

Aus der H.N.O. - Klinik der
Philipps - Universität in Marburg
Direktor: Prof. Dr. med. J. Berendes

**Zur Wirkung chronischen Lärms auf das Gehör.
Eine Untersuchung an 2 035 Gießereiarbeitern über die Bedeutung
von Vorschäden für die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit und
über den Spätverlauf der Lärmschwerhörigkeit.**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin
dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von
Heimo Swoboda
aus Hannover

Marburg 1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der H.N.O. - Klinik der
Philipps - Universität in Marburg
Direktor: Prof. Dr. med. J. Berendes

Zur Wirkung chronischen Lärms auf das Gehör.

**Eine Untersuchung an 2 035 Gießereiarbeitern über die Bedeutung
von Vorschäden für die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit und
über den Spätverlauf der Lärmschwerhörigkeit.**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin
dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von
Heimo Swoboda
aus Hannover

Marburg 1973



Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 18. 9. 1973

gedruckt mit Genehmigung des Fachbe-
reichs Humanmedizin

Dekan: Prof. Dr. H. Cepen
Referent: Prof. Dr. W. Niemeyer
Korreferent: Prof. Dr. J. Berendes

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Die Lärmschwerhörigkeit in der internationalen Literatur	3
2.1 Die Bedeutung der Lärmintensität für die Ausbildung eines Gehörschadens	3
2.2 Der Einfluß der Frequenzzusammensetzung eines Geräusches für die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit	5
2.3 Die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit in Abhängigkeit von der zeitlichen Verteilung der Lärmimmission	8
2.4 Die Abhängigkeit des lärmbedingten Hörverlustes von der individuellen Lärmempfindlichkeit	10
2.5 Der Einfluß des Alters bei Eintritt in die Lärmtätigkeit auf die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit	11
2.6 Die lärmbedingte Schwerhörigkeit in Abhängigkeit vom Geschlecht	13
2.7 Der Einfluß von Vorschäden auf die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit	15
2.8 Der Verlauf der Lärmschwerhörigkeit	18
3. Fragestellung	22
4. Durchführung der Untersuchung	24
4.1 Stichprobe	24
4.2 Ablauf der Untersuchung	24
5. Darstellung der Ergebnisse	28
5.1 Lärmarbeitsjahre und subjektives Nachlassen des Hörvermögens	28
5.2 Zusammenhang zwischen Lärmexpositions- dauer und Hörverlust	34
5.3 Der Einfluß von Vorschäden auf die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit	41
5.4 Zusammenhang zwischen Lebensalter und Hörverlust bei Lärmarbeitern	50

5.5	Beziehungen zwischen der Progression der Lärmschwerhörigkeit und dem mittleren Altershörverlust	55
6.	Diskussion der Ergebnisse	61
7.	Zusammenfassung	71
8.	Tabellarischer Anhang	77
9.	Literaturverzeichnis	87
	Danksagung	94
	Lebenslauf	95

1. EINLEITUNG

In unserer Zeit der zunehmenden Industrialisierung ist der Schutz gegen gehörschädigende Geräusche zu einer sehr aktuellen Frage geworden. Eine große Anzahl von Publikationen befaßt sich insbesondere mit der Frage, von welcher Intensität an ein Geräusch für das Innenohr schädlich wird. Dabei ist zu bedenken, daß nicht allein der gemessene Schallpegel die Gehörschädlichkeit eines Geräusches ausmacht, sondern daß auch die Frequenzzusammensetzung, die Expositionsdauer und die individuelle Empfindlichkeit der exponierten Person maßgebenden Einfluß haben. RÜEDI (47) unterscheidet nach der Immissionsdauer, d.h. nach der Zeit, während welcher das Geräusch einwirkt,

- 1) das Lärmtrauma
- 2) das Knalltrauma
- 3) das Explosionstrauma.

Wenn in der vorliegenden Arbeit von beruflicher Gehörschädigung gesprochen wird, so ist damit das Lärmtrauma RÜEDIs gemeint. Den Lärm kann man nach LEHMANN (32) in vier Intensitätsgrade einteilen.

- I 30-65 Phon: Lediglich psychische Wirkung.
- II 65-90 Phon: Wirkung auf das Vegetativum
(z.B. Beeinflussung des Kreislaufs und des Endokriniums).
- III 90-120 Phon: Bleibende Gehörschädigung
(evtl. zusätzlich die Wirkungen der Stufen I und II).
- IV über 120 Phon: Hier ist neben einer Schädigung des Gehörorgans eine solche des Cerebrums möglich, insbesondere der Ganglienzellen. Kleintiere können durch derartige Lärmstärken getötet werden.

Heute wird Lärm in Dezibel (dB) gemessen. Die dB-Skala stimmt bei 1000 Hz mit der alten Phon-skala überein. Da das menschliche Ohr Töne unterschiedlicher Frequenz unterschiedlich laut bewertet, benutzt man bei der Lärmmessung sogenannte Bewertungsfilter, die die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres nachahmen. Besondere praktische Bedeutung hat die Lärmmessung in dB (A) oder auch in dB (B) erlangt. Im mittleren Frequenzbereich, wo bekanntlich die Hörschwelle des menschlichen Ohres am niedrigsten liegt, stimmen die Bewertungen nach dB (A), dB (B) und die unbewerteten Messungen (dB lin) überein. Die tiefen und hohen Frequenzen werden, entsprechend der geringeren physiologischen Ohrempfindlichkeit, durch die dB(B)- und noch mehr durch die dB(A)- Bewertung abgeschwächt. Geräusche mit wesentlichen Energieanteilen in den tiefen Frequenzen haben folglich einen kleineren dB(A) - als (unbewerteten) linearen Schallpegel.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer Untersuchung von 2035 Gießereiarbeitern. Ihr Gegenstand ist der Zusammenhang zwischen subjektivem Nachlassen des Hörvermögens und Expositionsdauer, zwischen Expositionsdauer und Hörverlust, zwischen Alter und Hörverlust bei Lärmarbeitern, ferner der Einfluß von Vorschäden auf die Entwicklung der Lärmschwerhörigkeit und der Spätverlauf der Lärmschwerhörigkeit. Einzelheiten der Fragestellung siehe S. 22.

2. DIE LÄRMSCHWERHÖRIGKEIT IN DER INTERNATIONALEN LITERATUR

2.1 Die Bedeutung der Lärmintensität für die Ausbildung eines Gehörschadens

Seit die Lärmbekämpfung und die Verhütung von Lärmhörschäden zu dringlichen Problemen geworden sind, haben sich immer wieder Audiologen und Arbeitsmediziner in den größeren Industrienationen um die Festlegung einer Toleranzgrenze für Arbeitslärm bemüht. KRYTER (28) war schon 1950 zu der Auffassung gekommen, daß ein Hörverlust nicht mit Wahrscheinlichkeit als Lärmschadensfolge anzusehen sei, wenn der Schalldruckpegel des einwirkenden Geräusches in keinem Frequenzbereich 85 dB überschritten habe. Ähnliche Ansichten haben auch andere Autoren und Fachgremien vertreten, die sich um die Definition der Gefährlichkeitsgrenze ("DRC" = damage risk criteria) bemühten (ROSENBLITH et al. (46), WILSON (65), SIIRALA (55), GLORIG, WARD und NIXON (13)).

1961 hat der Ausschuß Akustik der International Standard Organisation (I.S.O.) Geräuschbewertungskurven aufgestellt. Jede dieser Kurven wird mit einem Bewertungsindex versehen, welcher vom Schalldruck des Frequenzbereiches um 1000 Hz ausgeht. Als Lärmtoleranzgrenze für den Arbeitsplatzlärm wird die I.S.O. N-85 empfohlen. In der BRD hat die V.D.I.-Kommission Lärminderung in der V.D.I.-Richtlinie 2058 Bl. 2 90 dB(A) als Grenzrichtwert festgesetzt. Das zuständige Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung hat sich dem angeschlossen. Indessen besteht noch keine Einigkeit darüber, welche Lärmintensität

bei jahrelanger Einwirkung ohne bleibende Einbuße an Hörvermögen vertragen wird. Die Angaben schwanken zwischen 80 und 100 dB.

In der UdSSR geht die gesetzliche Regelung von 1956 davon aus, daß der Schädlichkeitsgrad des Geräusches zwar in erster Linie von seinem Gesamtschalldruckpegel, aber auch von der spektralen Energieverteilung und vom Zeitgang der Immission abhängt. Dementsprechend werden alle Geräusche nach ihrer spektralen Energieverteilung in drei Gruppen eingeteilt:

- 1) Geräusche mit überwiegend niedrigen Frequenzen
- 2) Geräusche mit überwiegend mittleren Frequenzen
- 3) Geräusche mit überwiegend höheren Frequenzen.

Die zulässige Höchstintensität wird für jede der drei Gruppen gesondert angegeben (BESSERO (1)).

2. Der Einfluß der Frequenzzusammensetzung eines Geräusches für die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit

Daß für die Entstehung eines Lärmhörschadens nicht nur die Gesamtintensität der Lärmimmission von Bedeutung ist, geht aus einer Reihe von Untersuchungen hervor, die sich mit der Frequenzzusammensetzung des Lärms befassen. So konnte SCHOWALTER (51) zeigen, daß Lärm mit einem Intensitätsmaximum von 90 dB im Frequenzbereich von 50 bis 150 Hz auch nach vieljähriger Exposition keinen deutlichen Hörverlust bewirkt.

SATAKEFF (49) stellte an 154 Arbeitern, die in einer Fabrik für Düsenmotoren jahrelang Lärmpegeln zwischen 90 und 120 dB im Frequenzgebiet unterhalb 600 Hz ausgesetzt waren, keine nennenswerten Gehöreinkünfte fest. Wenn der Schalldruckpegel in den unteren Frequenzen allerdings weiter gesteigert wird, können sich Gehörschäden entwickeln (Mc. LAREN und CHANEY (36)).

Da die Gesamtintensität des Lärms bei den Untersuchungen SCHOWALTERS (51) aber unter 90 dB lag, war ein negatives Ergebnis, d.h. ein Ausbleiben von Gehörschäden zu erwarten. Dies ist auch von anderen Autoren bestätigt worden (PRESSEL (45)). Es besteht heute weitgehende Einigkeit darüber, daß bei gleichen (unbewerteten) Schalldruckpegeln die mittleren und hohen Frequenzen für das Gehör schädlicher sind als tiefere. LEHNHARDT und BÜCKING (34) wiesen 1968 einschränkend darauf hin, daß die Vulnerabilität des Innenohres durch Frequenzen zwischen 1000 und 4000 Hz, also im Bereich der besten Hörschärfe, am größten ist, während Frequenzen oberhalb 4000 Hz wieder

weniger schädigen. In anderen Veröffentlichungen wird insbesondere die erhöhte Gehörschädlichkeit der Lärmfrequenzen oberhalb 2000 Hz betont (SATALOFF (49), v. DISHOECK (9), MEYER ZUM GOTTESBERGE (37), LARSEN (30), WHEELER (64)). GLORIG et al. (14) halten weniger die Energieverteilung des Lärms auf den tiefen, mittleren und hohen Frequenzbereich als umschriebene Intensitätsmaxima für besonders gehörschädigend. Im gleichen Sinne sprechen die Befunde DIEROFFS (6), der eine stärkere Traumatisierung durch reine Töne und Schmalbandgeräusche als durch Breitbandgeräusche fand.

NIEMEYER (41) wies anhand von Untersuchungen an Studenten der Zahnmedizin, die durchschnittlich drei Stunden täglich dem Schmalbandgeräusch von Deltaturbinen ausgesetzt waren, deren relevante Lärmintensität oberhalb 4000 Hz lag nach, daß relativ früh umschriebene Hörverluste in engstem Frequenzbereich auftraten, die jedoch mit der Oktav- und Halboktavaudiometrie nicht erfaßt wurden. Die schmalbandigen Initialläsionen lagen hier zwischen 8000 und 9000 Hz.

Die allgemeine Auffassung geht dahin, daß weder die Frequenzzusammensetzung eines Geräusches noch sein - unbewerteter - Schalldruckpegel für die Beurteilung der Schädlichkeit ausreichen, sondern daß ein Geräusch bestimmter Frequenzzusammensetzung erst mit Überschreiten einer entsprechend kritischen Intensität zu einem bleibenden Gehörschaden führt. Damit steht auch die Ansicht MITTERMAIERS (38), daß alle Frequenzen einen schädigenden Einfluß auf das Gehör ausüben können, nicht im Widerspruch. Geräusche mit unterschiedlicher spektraler Energieverteilung haben bei gleichem Schalldruckpegel eine unter-

schiedlich traumatisierende Wirkung, wobei Frequenzen über 2000 Hz schneller als Frequenzen tieferer Bereiche zu den Symptomen des chronischen Lärmtraumas führen. Insoweit stimmen die referierten Publikationen überein.

2.3 Die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit in Abhängigkeit von der zeitlichen Verteilung der Lärmimmission

Ein weiterer Faktor der Gehörschädlichkeit einer Lärmimmission ist ihr Zeitgang. Hierbei ist vornehmlich zwischen kontinuierlicher und intermittierender Geräuscheinwirkung bzw. zwischen kontinuierlichem und impulshaltigem Lärm zu unterscheiden. KRYTER (29) hält impulshaltigen Lärm für schädlicher als kontinuierlichen Lärm gleichen Schalldruckpegels. Diese Auffassung wird u.a. im Bericht der Arbeitsgruppe 57 unter Leitung von WARD (63) bestätigt, die vom Verteidigungsministerium der USA beauftragt war, Vorschläge für damage risk criteria (DRC) zu unterbreiten. Die Untersuchung befaßte sich mit den Gehörschädigungen durch Geschützlärm. Sowohl die Arbeitsgruppe 57 als auch KRYTER (28) gingen davon aus, daß ein Dauerhörverlust (noise induced permanent threshold shift), der allmählich durch jahrelange Geräuschemission hervorgerufen wird, mit der Hörschwellenverschiebung (NITTS = noise induced temporary threshold shift), die sich bei einem normalen Ohr nach eintägiger Geräuscheinwirkung einstellt, verglichen werden kann; die irreversible Hörschwellenveränderung durch jahrelange Lärmeinwirkung soll sich also aus der reversiblen Hörschwellenverschiebung nach eintägiger Exposition voraussagen lassen, was u.a. LEHNHARDT (34) indessen noch nicht für hinreichend gesichert hält.

Als akzeptable Werte wurden betrachtet:

Für die Frequenz 1000 Hz eine TTS von 10 dB

Für die Frequenz 2000 Hz eine TTS von 15 dB

Für die Frequenz 3000 Hz eine TTS von 20 dB.

Im mittleren Frequenzbereich wird also nur eine kleinere TTS geduldet als im höheren, weil im mittleren die für das Verständnis der Lautsprache unerläßlichen Anteile liegen. Die Ansicht, daß impulshaltiger Lärm das Innenohr stärker schädigt als Dauerlärm oder auch als intermittierender Lärm, wird auch von WAGEMANN (62), DIEROFF (5), RÜEDI und FURRER (48), FINCH und CULLER (12) vertreten. Überschreitet die intermittierende Pause eine bestimmte Dauer, so nimmt die gehörschädigende Potenz des Lärms ab. Für die entsprechend kürzere Expositionsdauer ist ein höherer Geräuschpegel zulässig (DIEROFF (5)).

2.4 Die Abhängigkeit des lärmbedingten Hörverlustes von der individuellen Lärmempfindlichkeit

In der Literatur findet sich immer wieder der Hinweis, daß die Lärmempfindlichkeit des Innenohres individuell extrem differieren kann (DIEROFF (6)). Nach HOOD (23) bleibt sie jedoch beim gleichen Individuum weitgehend konstant. Die individuelle Lärmempfindlichkeit spielt eine umso geringere Rolle, je höher der Lärmpegel liegt (WAGEMANN (62)). Als Beispiel für die unterschiedliche individuelle Lärmempfindlichkeit fand HEUFT (21) bei der audiometrischen Untersuchung von 88 Beschäftigten der Holzverarbeitenden Industrie zwei Arbeiter, von denen der eine elf Jahre jünger war, eine um neun Jahre kürzere Expositionszeit aufwies und trotzdem im Audiogramm einen größeren Hörverlust hatte als der andere. Ein 33jähriger Arbeiter besaß nach elfjähriger Lärmarbeit noch eine praktisch normale Hörschwelle, während das Audiogramm eines anderen, 44jährigen, bereits nach einjähriger Lärmexposition eine ausgeprägte C_5 -Senke aufwies. Diese Differenz dürfte allerdings auch auf das unterschiedliche Alter bei Aufnahme der Lärmarbeit zurückzuführen sein.

2.5 Der Einfluß des Alters bei Eintritt in die Lärrrtätigkeit auf die Ausbildung einer Lärm- schwerhörigkeit

Wo im Schrifttum die Zusammenhänge zwischen Alter und Lärmschwerhörigkeit diskutiert werden, findet man überwiegend die Ansicht, daß das Lebensalter bei Eintritt in die Lärmarbeit die Entstehung und Entwicklung der Lärmschwerhörigkeit beeinflusst. Die Frage, welches Eintrittsalter die Lärmschädigung begünstigt, wird aber verschieden beantwortet. KOCH und WAGEMANN (27) halten es für gesichert, daß das Innenohr von Arbeitern, die vor ihrem fünfundzwanzigsten Lebensjahr mit der Lärmarbeit beginnen, langsamer geschädigt wird als bei späterem Eintritt. Nach dem fünf- unddreißigsten Lebensjahr fand WAGEMANN (62) keine lineare Summierung von sog. durchschnittlichem Altershörverlust und Lärmtrauma mehr, sondern eine echte Zunahme der Schädigungsquote. Auch GROVE (17) nimmt eine Zunahme der Lärmempfindlichkeit mit dem Alter an. MÜLLER (40) stellte bei der Auswertung von 144 Lärmschwerhörigkeitsgutachten fest, daß beim Eintritt in die Lärmarbeit nach dem fünfunddreißigsten Lebensjahr ein Gehörschaden eher manifest wird und eine raschere Progredienz zeigt. KECHT (26) führt diese Beobachtung auf eine erhöhte Anfälligkeit des Corti'schen Organs nach dem vierzigsten Lebensjahr zurück. Demgegenüber sind TETU et al. (57) der Meinung, daß ein Eintrittsalter zwischen zwanzig und fünfundzwanzig Jahren das Innenohr am stärksten gefährdet. LEHNHARDT (35) hält junge Menschen ebenfalls für lärmempfindlicher.

In diesem Zusammenhang wird auf die Dissertation von TRABANT (58) verwiesen, der dieser Frage anhand des gleichen Untersuchungsmaterials wie wir nachging. Bei unseren Gießereiarbeitern erwies sich der Lärmhörschaden mit steigendem Eintrittsalter als signifikant größer und entwickelte sich signifikant schneller. Durch Ausschluß anderer Einflußfaktoren konnte die Frage nach dem günstigeren Eintrittsalter zumindest für den Lärm in Gießereibetrieben zugunsten der jüngeren Lebensjahrzehnte geklärt werden.

2.6 Die lärmbedingte Schwerhörigkeit in Abhängigkeit vom Geschlecht

Ähnlich wie beim Problem des Eintrittsalters differieren in der Literatur die Ansichten über die geschlechtsspezifische Innenohrempfindlichkeit gegen Lärm. JATHO und HECK (25) fanden bei der Ermittlung von Altershörschwellenkurven einen durchschnittlich geringeren Hörverlust bei Frauen als bei Männern. Sie führten diese Differenz auf eine unterschiedliche Lärmexposition zurück; Frauen seien in ihrem Leben weniger Lärm ausgesetzt als Männer. Die geschlechtsunterschiedliche Altersschwerhörigkeit wird also als "physiologische Lärm schwerhörigkeit" der Männer interpretiert.

Jedoch sahen SEIDLER (54) bei der Untersuchung von 146 Beschäftigten einer Schraubenfabrik und JANKOWSKI (24) bei 518 Beschäftigten einer Weberei einen durchschnittlich größeren Hörverlust der Männer als der Frauen, und zwar bei gleicher Lärmexposition.

SCHMIDT (50), dessen Altershörkurven heute allgemein anerkannt werden, hat ebenfalls unterschiedliche Werte für Männer und Frauen angegeben. Die durchschnittlichen Hörschwellenkurven der Frauen liegen insbesondere im oberen Frequenzbereich besser als die der Männer.

HINCHCLIFFE (22) untersuchte im Jahre 1959 Männer und Frauen aus ländlichen Bezirken, wobei er die Auswahl der Probanden nach strengen Kriterien vornahm (z.B. normaler otoskopischer Befund, anamnestisch keine Traumen, symmetrische Hörschwellenkurven). Er fand einen Geschlechtsunterschied für alle Altersgruppen in den Frequenzen 3000, 4000 und 6000 Hz, in den Gruppen

über 35 Jahre auch bei 2000 und 8000 Hz. Die Geschlechtsdifferenzen entsprachen einem Lärmhörschaden, und so führte auch er sie auf eine unterschiedliche Lärmexposition zurück. CORSO (3) ermittelte bei Probanden von 18 bis 65 Jahren in den Frequenzen über 1000 Hz einen größeren Hörverlust beim männlichen Geschlecht. In den höchsten Altersgruppen der männlichen Untersuchten lag der maximale Hörverlust bei 4000 Hz, derjenige der Frauen in den höchsten Frequenzen. Die meisten Männer gaben jedoch an, in ihrem Leben erhöhter Geräuschbelastung ausgesetzt gewesen zu sein, etwa im Wehrdienst. Daraus zog auch CORSO (3) den Schluß, daß Geschlechtsunterschiede im Schwellengehör durch unterschiedliche Geräuschimmission und nicht allein durch geschlechtsspezifische Faktoren bedingt seien.

TRABANT (58) konnte aus dem gleichen Probandenkollektiv, das für diese Arbeit Verwendung findet, eine männliche und eine weibliche Vergleichsgruppe exakt parallelisieren. Hierbei erwiesen sich die Frauen eindeutig als weniger lärmempfindlich. Es kann also wohl doch davon ausgegangen werden, daß bei der Entwicklung der Lärmschwerhörigkeit eine geschlechtsspezifisch geringere Innenohrempfindlichkeit des weiblichen Geschlechtes im Spiele ist.

2.7 Der Einfluß von Vorschäden auf die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit

Zur Frage, welche Rolle Vorschäden des Ohres für die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit spielen, gehen die Ansichten in der Literatur weit auseinander. Schon in der voraudiometrischen Ära nahm UFFENORDE (59) an, daß z.B. Schädelverletzungen zu Hörschäden führen können, die den lärmbedingten Höreinbußen ähnlich sind. Entsprechende Beobachtungen machten auch GROVE (18) und SCHUKNECHT (53) bei der Untersuchung von Personen, die stumpfe Schädeltraumen erlitten hatten. ESCHER (11) beschreibt eine C₅-Senke von 70 dB bei einem 41jährigen Eisenbahnarbeiter, der von einer Eisenstange am Kopf getroffen und anschließend kurz bewußtlos gewesen war; eine Schädelfraktur ließ sich röntgenologisch nicht nachweisen. Eine ähnliche Senke zwischen 4000 und 5000 Hz zeigte sich auch in einigen Fällen von stumpfen Schädeltraumen. Die Senke ähnelte durchaus dem Frühstadium der Lärmschwerhörigkeit. Sie bildete sich aber verhältnismäßig rasch zurück.

RÜEDI (47) sah ähnliche Audiogramme bei freiwilligen Versuchspersonen der Berner HNO-Klinik. Das planum mastoideum wurde in Lokalanästhesie freigelegt und erhielt sechs Schläge mit einem Hammer. Bei einer Person waren die Hörsenken auf beiden Ohren symmetrisch. Die anderen Probanden hatten auf dem Gegenohr bereits einen Hörverlust bei 6000 Hz. Die experimentell erzeugte Hörsenke lag sowohl bei den normalen wie bei den vorgeschädigten Ohren bei 4000 Hz. Die prätraumatische Senke bei 6000 Hz vergrößerte sich nur ganz geringfügig. Im allgemeinen

bildete sich die durch die Hammerschläge bedingte Hörsenke bald wieder zurück.

DROOKER (10) audiometrierte jugendliche Patienten, die nach Schädeltraumen nur einen Tinnitus angaben. Erst später stellte sich eine progrediente Innenohrschwerhörigkeit ein. Nach RÜEDI (47) werden Schallwahrnehmungsschwerhörigkeiten verschiedener Genese durch Lärmbelastung verstärkt, während eine Schalleitungsstörung infolge Otsklerose oder auch durch entzündlich entstandene Narben und Verwachsungen in den Fensternischen das Innenohr vor akustischer Schädigung schützt. Der gleichen Ansicht ist DIEROFF (8). Er rät trotzdem davon ab, Personen mit einer Schalleitungsstörung im Lärm arbeiten zu lassen, da eine überdurchschnittliche Lärmempfindlichkeit des Innenohres infolge der Mittelohrprozesse nicht ausgeschlossen werden könne. In einer anderen Veröffentlichung beschreibt DIEROFF (6) bei einem Turbinenarbeiter mit stärkeren, einseitigen Residuen und kombinierter Schwerhörigkeit nach otitis media eine deutliche lärmbedingte Verschlechterung der Innenohrleistung auf dem vorerkrankten Ohr. In einem anderen Fall fand sich dagegen auf dem schalleitungsgesunden Ohr ein typischer Lärmhörschaden, während auf der Seite der Schalleitungsstörung die Innenohrfunktion relativ gut erhalten geblieben war. GRAF (16) meint, daß ein chronischer Tubenkatarrh, der eine Insuffizienz der Innenohrmuskeln bedingt und damit die Schutzfunktion des Mittelohres herabsetzt, die Entstehung eines Lärmschadens fördere.

SEIDLER (54) differenzierte zwischen feuchten

Mittelohrraffektionen, Schleimhautpolstern, Granulationen oder Polypen und trockenen, ausgeheilten Mittelohrprozessen. Er konnte keinen unterschiedlichen Einfluß auf die lärmbedingte Innenohrschwerhörigkeit feststellen.

Demgegenüber ist PEYSER (44) der Auffassung, daß trockene, ausgeheilte Mittelohrprozesse im Gegensatz zu akuten Mittelohrerkrankungen keine größere Anfälligkeit des Innenohres für Lärmschädigungen bedingen. Bei Belastungstests beobachtete er eine größere Lärmempfindlichkeit des Innenohres bei Personen mit gleichzeitigem Mittelohrprozeß.

LARSEN (31) schließlich meint, daß Mittelohrentzündungen für das Ausmaß eines akustischen Traumas unbedeutend sind.

2.8 Der Verlauf der Lärmschwerhörigkeit

In der Literatur wird allgemein die Ansicht vertreten, der Lärmhörverlust verstärke sich mit zunehmender Expositionsdauer. Aber auch der Altershörverlust verläuft progredient (JATHO und HECK (25), DE LA ROSEE (4) und SCHMIDT (50)). Die Altersschwerhörigkeit ist audiometrisch durch einen winkelförmigen Abfall der Hörschwellenkurve ab 1000 Hz gekennzeichnet, während das Schwellengehör in den Frequenzen bis 1000 Hz sich nur unbedeutend verschlechtert. Die Lärmschwerhörigkeit beginnt demgegenüber mit einer umschriebenen Hörsenke im oberen Frequenzgebiet, meist um 4000 Hz (DIEROFF (6), LEHNHARDT (35), MEYER ZUM GOTTESBERGE (37) u.a.).

LARSEN (30) hat die Lärmschwerhörigkeit aufgrund einer Untersuchung an 250 Lärmarbeitern in drei Grade eingeteilt.

1. Grad: Die C_5 Senke mit einem Hörverlust von 20 bis 70 dB.
2. Grad: Die Verbreiterung der C_5 Senke von 1 1/2 auf 3 Oktaven und ein Absinken der Hörschwelle um mindestens 45 dB bei gleichzeitigem deutlichem Hörverlust für die Flüsttersprache.
3. Grad: Kontinuierlicher Abfall von tiefen zu hohen Frequenzen bei schlechtem Verstehen der Umgangssprache.

DIEROFF (6) spricht von einem phasenhaften Verlauf der Lärmschwerhörigkeit und unterscheidet folgende vier Phasen:

1. Die Phase der Gewöhnung:

In diesem Zeitraum paßt sich das Ohr dem Lärm an und reagiert möglicherweise durch größere Hörermüdung auf

die Überbeanspruchung.

2. Die Phase der besten Kompensation:

Während dieser Zeit wird die Lärm-
belastung relativ gut vertragen.

3. Die Phase des Zusammenbruchs:

Sie ist gekennzeichnet durch eine
rasche Progredienz der Schwer-
hörigkeit.

4. Die Phase der Sättigung:

Von einem bestimmten Zeitpunkt an
scheint das Fortschreiten der Lärm-
schwerhörigkeit innerhalb dieser
Phase wieder langsamer zu werden,
da ein gewisses Maximum bereits
erreicht ist.

Diese Phasen können, je nach Art der Lärmexpo-
sition, unterschiedliche Zeiträume einnehmen.
Die Spätprogression der Lärmschwerhörigkeit ist
nach DIEROFFs Beobachtungen keine einfache Funk-
tion der Zeit. Bei den von ihm untersuchten
Industriearbeitern hielt sich der Hörverlust in
den ersten drei Arbeitsjahren auf annähernd glei-
cher Höhe. Diese Konstanz des Hörverlustes ent-
spricht mithin der Phase zwei ("beste Kompensa-
tion"). In den folgenden Lärmjahren schritt
der Hörverlust erheblich fort ("Phase des Zu-
sammenbruchs"). Hier erwies sich die Progre-
dienz als stark frequenzabhängig. Sie hielt
bei 3000 und 4000 Hz vom vierten bis zum zehnten
Arbeitsjahr an und war dann im wesentlichen
abgeschlossen. Die lärmbedingte dauernde Hör-
schwellenverschiebung betrug 40 bis 50 dB. Die
zunehmende Hörminderung bei 2000 und 6000 Hz
lief ebenfalls vom vierten bis zum zehnten Ar-
beitsjahr ab, erstreckte sich aber in das zweite

Lärmdezennium hinein, bis ein Hörverlust von etwa 40 dB erreicht war. Bei 8000 Hz verzögerte sich die Ausprägung des Hörverlustes bis zum Ende des zweiten Lärmdezenniums. Nach Abzug des altersbedingten Hörverlustes ergaben sich 30 bis 40 dB. Einen ähnlichen Zeitgang fand JANKOWSKI (24) bei 518 Webern, SEIDLER (54) bei Arbeitern in einer Schraubenfabrik, GOLDNER (15) bei 600 Werftarbeitern und SCHREIBER (52) bei 500 Arbeitern der Kieler Howaldtswerke; SCHREIBER und WAGEMANN (61) vertreten die Auffassung, nach der ersten Lärm-arbeitsdekade entspreche die Progredienz nur mehr der Zunahme des Altershörverlustes.

Dieser Ansicht, die Lärmschwerhörigkeit habe nach zehn oder zwanzig Arbeitsjahren im Lärm ihre endgültige Ausprägung erfahren, und das Gehör verschlechtere sich danach nur mehr um den schicksalhaft fortschreitenden Altershörverlust, wird jedoch von anderen Autoren widersprochen.

Die von MONTEIRO und PROFAZIO (39) vorgelegten Untersuchungen ergeben, daß es sich bei der Spätprogredienz des Hörverlustes Lärmschwerhöriger nicht nur um eine Summierung von Lärmtraumen und Presbyakusis handelt, sondern um eine echte Zunahme der Schädigungsquote. Die Empfindlichkeit des Innenohres gegen chronischen Lärm soll, wie oben gesagt, nach der Ansicht zahlreicher Autoren mit zunehmendem Alter größer werden.

GÜTTICH (19) hat vorgeschlagen, die Alterungsvorgänge als Funktion der Lebensjahre zum Lärmhörschaden zu addieren. GLORIG, SUMMERFIELD und WARD (14) sahen bei Untersuchungen der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung im Lärm keinen Stillstand bei zunehmender Expositionsdauer.

Ebenso sah BOENNINGHAUS (2) bei der Begutachtung von Lärmschwerhörigen auch noch nach über zehn Jahren Lärmarbeit eine Hörverschlechterung, die über das Maß des mittleren Altershörverlustes hinausging.

Am nachdrücklichsten hat NIEMEYER (42) eine einfache Addition von Lärm- und durchschnittlichem Altershörverlust - und dementsprechend eine pauschale "Alterskorrektur" der Lärmschwerhörigkeit - abgelehnt. Er verglich vier Gruppen von Lärmschwerhörigen mit annähernd gleichem Hörverlust: Gruppe 1: 28 bis 39 Jahre, 13,9 Lärmearbeitsjahre (LAJ);

Gruppe 2: 40 bis 49 Jahre, 20,5 LAJ;

Gruppe 3: 50 bis 59 Jahre, 27,9 LAJ;

Gruppe 4: Über 60 Jahre, 34,3 LAJ.

Die Zahl der Lärmearbeitsjahre nahm also von Gruppe zu Gruppe zu. Nach hypothetischem Abzug des mittleren Altershörverlustes ergab sich, daß der lärmbedingte Anteil des Hörverlustes mit zunehmender Lärmearbeitsdauer stark abnahm, und daß in zunehmender Zahl ganz atypische Audiogramme mit maximalem Hörverlust in den mittleren Frequenzen resultieren. "Die Reduzierung des Lärmhörverlustes um den Altershörverlust war also eine reductio ad absurdum. Danach muß die Frage, ob der durch chronische Lärmimmission hervorgerufene Hörverlust gesetzmäßig um den mittleren Hörverlust zunimmt, eindeutig verneint werden."

3. FRAGESTELLUNG

In der vorliegenden Arbeit werden anhand einer Population von 2035 Gießereiarbeitern fünf Fragenkomplexe untersucht:

- 1 Welcher Zusammenhang besteht bei den von uns untersuchten Lärmarbeitern zwischen dem Zeitpunkt, zu dem ein Nachlassen des Hörvermögens bemerkt wurde, und der Dauer der Lärmexposition?
- 2 Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Lärmexpositionsdauer und dem Hörverlust?
- 3 Haben Gehörschäden im weitesten Sinne, die bereits vor Eintritt in die Lärmtätigkeit bestanden, oder aber durch ein akutes Ereignis während der Lärmtätigkeit aufgetreten sind, einen mindernden oder verstärkenden Einfluß auf die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit, oder sind solche präexistenten Ohrerkrankungen oder Traumen ohne Einfluß auf den durch Arbeitslärm erworbenen Hörverlust?
- 4 Welcher Zusammenhang besteht bei Lärmarbeitern zwischen ihrem Lebensalter und dem Hörverlust?
- 5 Wie ist der Spätverlauf der Lärmschwerhörigkeit? Ist von einem gewissen Alter an die altersbedingte Schwerhörigkeit so progredient, daß die lärmbedingte Schwerhörigkeit hinter ihr zurückbleibt? Kann sich der Arbeiter dementsprechend von einem bestimmten Zeitpunkt an relativ ungefährdet im Lärm aufhalten oder verstärkt sich dadurch noch sein Hörverlust?

Aufteilung der Population nach dem Lebensalter

n = 2030

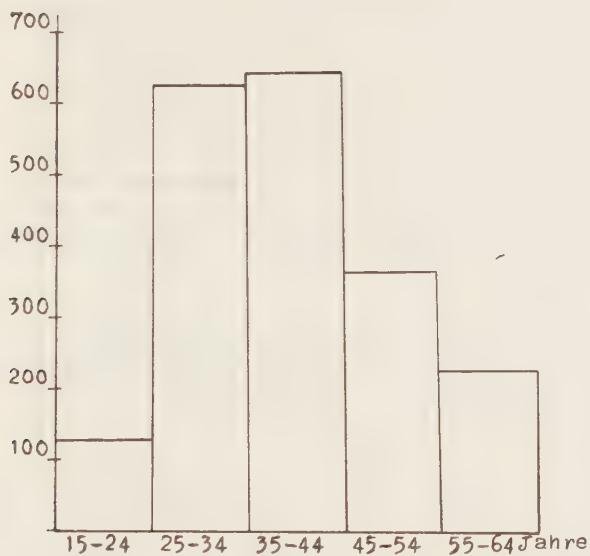


Abb. 1

4. DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNG

4.1 Stichprobe

Der vorliegenden Arbeit liegt eine audiometrische Untersuchung von 2035 Arbeitern aus sechs Eisen-gießereibetrieben zugrunde. Die Untersuchungen wurden von Juli bis Oktober 1969 durchgeführt. Die untersuchte Population setzt sich zusammen aus 1952 männlichen und 83 weiblichen Beschäftigten. 1305 der Untersuchten sind deutscher und 730 ausländischer Nationalität (Gastarbeiter aus Italien, Griechenland, Jugoslawien und der Türkei). Es wurden Arbeiter im Alter von 15 bis 65 Jahren untersucht.

Abb. 1 zeigt die Aufteilung der untersuchten Population nach dem Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchung.

4.2 Ablauf der Untersuchung

Die Untersuchungen wurden auf dem Gelände der einzelnen Gießereien vorgenommen und erfolgten jeweils vor Beginn der Arbeitsschicht. Um regressive Ermüdungserscheinungen des Gehörs auszuschließen, wurde streng darauf geachtet, daß die letzte mit einer Lärmexposition verbundene Arbeitsschicht mindestens zwölf Stunden zurücklag, und sich die Arbeiter vor der Untersuchung noch nicht im Lärm aufgehalten hatten.

Der Ablauf der Untersuchung gliedert sich in vier Abschnitte:

4.2.1 Anamnese

Die Befragung erfolgte anhand eines speziellen Untersuchungsbogens und bezog sich auf:

- a) Personalien und Beschäftigung seit der Schul-entlassung
- b) Tätigkeit im Betrieb

- c) Medizinische Anamnese (vorzeitige Schwerhörigkeit oder sonstige Auffälligkeiten in der Blutsverwandtschaft. Ohrerkrankungen. Schädeltraumen. Außerberufliche akustische Traumen. Subjektive Beurteilung des Gehörs bei Beginn der Lärmarbeit. Zahl der Lärmarbeitsjahre. Lebensalter bei Beginn der Lärmarbeit. Subjektive Beurteilung des Hörvermögens zum Untersuchungszeitpunkt).

Die Befragung der ausländischen Arbeitnehmer stieß auf Schwierigkeiten, die aber mit Hilfe von Dolmetschern überwunden werden konnten.

4.2.2 Gehörgangs- und Trommelfellbefund

Bei jedem untersuchten Beschäftigten wurden beide Gehörgänge und Trommelfelle otoskopisch inspiziert. Die erhaltenen Befunde wurden für jedes Ohr gesondert im Untersuchungsbogen festgehalten.

4.2.3 Audiometrische Untersuchung

Der Erhebung der Anamnese und der Otoskopie schloß sich die audiometrische Untersuchung unmittelbar an. Da uns kein störschallgeschützter Untersuchungsraum zur Verfügung stand, wurde ein zum Betrieb gehöriger Raum mit möglichst niedrigem Geräuschpegel gewählt. Der durchschnittliche Geräuschpegel betrug 43 dB(A).

Zur Aufnahme der Hörschwellenkurven verwendeten wir ein Atlas - Audiometer vom Typ EM 42 (Prüffrequenzen 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 2896, 4096, 5792, 8192 und 11584 Hz, Prüfschalldruckpegel bis 110 dB re 2×10^{-4} Mikrobar in 5-dB-Stufen). Die Flachgummimuffen der Audiometerhörer waren für unsere Untersuchung zwecks

besserer Abdämmung des Außenhörschalls in Kapselgehörschützer eingebaut. Da infolge des relativ hohen Störgeräuschpegels mit einer Maskierung der tieffrequenten Prüftöne von 64 bis 256 Hz gerechnet werden mußte, und die Hörschwelle von 11584 Hz zu unseren Untersuchungen keine relevanten Informationen beisteuern konnte, beschränkten wir uns auf die Hörschwellenmessung in den Frequenzen 512, 1024, 2048, 2896, 4096, 5792 und 8192 Hz.

Jeder Proband wurde ausführlich in den Untersuchungsvorgang eingewiesen. Das exakte Anzeigen der subjektiven Hörschwelle übten wir mit einem Ton mittlerer Frequenz (1000 Hz) ein.

Die Hörschwellenbestimmung erfolgte für jedes Ohr getrennt zunächst mit dem 1 KHz - Ton und dann, jeweils nach einer kurzen Pause, in der Reihenfolge 0,5, 2, 3, 4, 6 und 8 KHz. Die Hörschwelle wurde für jede Frequenz zweifach eingegabelt. Als Hörschwellenwert galt der letzte, aszendierend gefundene Wert.

Die Hörschwellen für das rechte Ohr wurden mit einem Kreis, die für das linke Ohr mit einem Kreuz bezeichnet und in ein Audiogrammformular in Relativdarstellung eingetragen (0 - Linie = normale Hörschwelle nach DIN 45620). Der Hörverlust ist die Schalldruckpegeldifferenz zwischen Normalhörschwelle und individueller Hörschwelle.

In das Ergebnis jeder audiometrischen Untersuchung gehen Intelligenz, Interesse und Kooperation des Probanden, die als unterschiedlich zu bewerten sind, mit ein. Hierdurch bedingte Ungenauigkeiten sind daher auch in unseren Ergebnissen enthalten. Offensichtliche Fehlmessungen wurden, soweit sie eindeutig auf

einen dieser Faktoren zurückzuführen waren, von der statistischen Auswertung ausgeschlossen.

4.2.4 Lärmmessung am Arbeitsplatz

Die Lärmmessung im Betrieb wurde mit einem Präzisionsschallpegelmesser BRÜEL & KJÆR 22C3 mit Oktavfilter Typ 1613 durchgeführt.

Die Eichung des Schallpegelmessers wurde täglich mehrfach mit Pistophon kontrolliert.

Die Messung erfolgte während der Schicht am Arbeitsplatz jedes von uns vor Arbeitsbeginn untersuchten Probanden. Der Zeitpunkt der Lärmmessung wurde von uns so gewählt, daß der Lärm der normal laufenden Produktion erfaßt wurde. Am Bedienungsplatz der einzelnen Maschinen führten wir die Messungen in Ohrhöhe des entsprechenden Arbeiters aus. Einzelne Lärmmessungen konnten aus betriebstechnischen oder Sicherheitsgründen nicht direkt am Bedienungsplatz durchgeführt werden. In diesen Fällen wählten wir einen Standort zur Messung aus, der vom subjektiven Höreindruck her den Bedingungen des Arbeiters weitgehend entsprach.

5. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

5.1 Lärmarbeitsjahre und subjektives Nachlassen des Hörvermögens

Von den 2035 untersuchten Beschäftigten empfanden 428 (21,0%) ihr Gehör zum Zeitpunkt der Untersuchung als nicht mehr normal. Sie verteilten sich nach dem Lebensalter folgendermaßen:

15 - 19 Jahre	4	von	30	(13%)
20 - 29 "	30	"	377	(8%)
30 - 39 "	84	"	682	(12%)
40 - 49 "	158	"	587	(27%)
50 - 59 "	109	"	272	(40%)
60 - 65 "	43	"	87	(49%)

302 konnten auf Befragung angeben, nach wieviel Jahren Lärmarbeit sie das Nachlassen des Gehörs empfunden hatten. Die Ergebnisse wurden nach Lärmarbeitsjahren klassiert:

Nach	1 Jahr	bei	3	(0,9%)
"	2- 4 Jahren	"	22	(7,2%)
"	5- 7 "	"	29	(9,6%)
"	8-10 "	"	41	(13,5%)
"	11-13 "	"	40	(13,2%)
"	14-16 "	"	48	(15,9%)
"	17-19 "	"	38	(12,5%)
"	20-22 "	"	31	(10,3%)
"	23-25 "	"	18	(5,9%)
"	26-28 "	"	11	(3,6%)
"	29-31 "	"	5	(1,9%)
"	32-34 "	"	4	(1,3%)
"	35-37 "	"	4	(1,3%)
"	38-40 "	"	6	(2,0%)
" über	40 "	"	2	(0,7%)

n = 302 (100%)

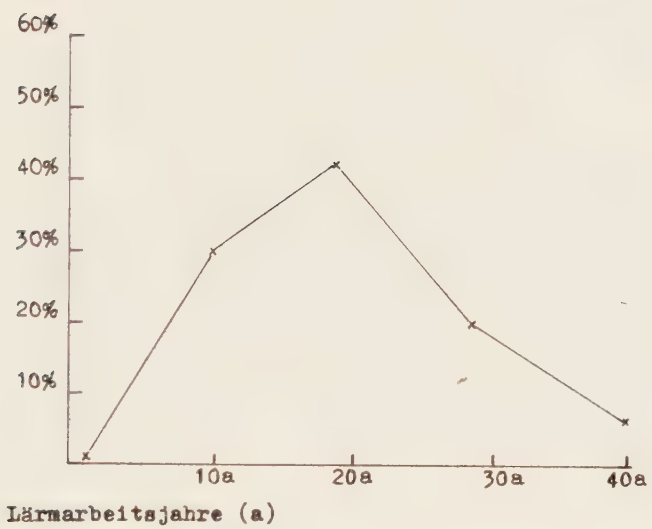


Abb. 2
Subjektiver Beginn der Hörbehinderung bei 302
Gießereiarbeitern nach Lärmarbeitsjahren.

Fast man die Lärmarbeitsjahre zu größeren Gruppen zusammen, so ergibt sich:

Jahre:	0-1	2-10	11-19	20-28	29-40	über 40
	1%	30%	42%	20%	7%	1%
n	(3)	(92)	(126)	(60)	(19)	(2)

Dieses Ergebnis zeigt auch Abb. 2

Nach zehnjähriger Lärmexposition hatten also bereits 31% eine Hörverschlechterung bemerkt, nach weiteren neun Jahren weitere 42%, in einem Zeitraum von neunzehn Jahren mithin 73%. Die Angabe "selbstempfundene Hörverschlechterung" steigt in unserer Population also in den ersten neunzehn Arbeitsjahren steil an, erreicht nach zwanzig Jahren ihren Gipfel und fällt dann ab (Abb. 3).

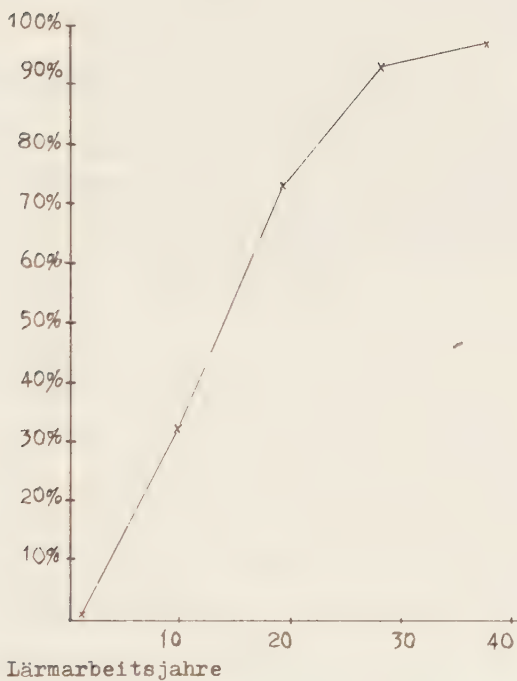


Abb. 3

Prozentsummenkonstruktion der subjektiv empfundenen Schwerhörigkeit durch Lärm bei 302 Arbeitern, bezogen auf Lärmarbeitsjahre.

Von den insgesamt untersuchten 2035 Gießereiarbeitern gaben 109 (5,4%) auf Befragen an, ständig oder vorübergehend unter Ohrgeräuschen zu leiden. Von den meisten wurden die Ohrgeräusche kurz nach Beendigung der Lärmarbeit am unangenehmsten empfunden. Nach einigen lärmfreien Stunden ließen sie nach. Hörsensationen von sausendem Klangcharakter waren am häufigsten. Nur wenige Probanden klagten über Klingeln, Klopfen oder Druckgefühl im Ohr.

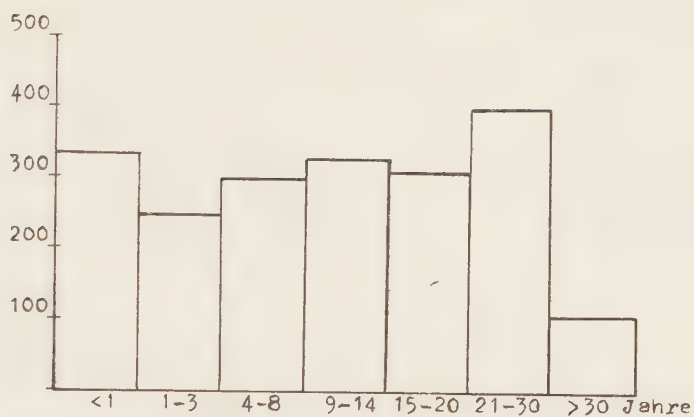


Abb. 4

Aufteilung der Population nach der Lärmexpositions-dauer.

5.2 Zusammenhang zwischen Lärmexpositionsdauer und Hörverlust

Die Lärmexpositionzeiten werden in 7 Gruppen
klassiert:

Gruppe 1:	Lärmexposition unter 1 Jahr	(n=331)
Gruppe 2:	"	1-3 Jahre (n=246)
Gruppe 3:	"	4-8 Jahre (n=304)
Gruppe 4:	"	9-14 Jahre (n=327)
Gruppe 5:	"	15-20 Jahre (n=316)
Gruppe 6:	"	21-30 Jahre (n=388)
Gruppe 7:	"	über 30 Jahre (n=118)

Für diese Gruppen wurde, getrennt nach rechtem und linkem Ohr, der mittlere Hörverlust in jeder Prüffrequenz und die Standardabweichung der Einzelwerte (SE) und der Mittelwerte (SM) errechnet (Tab. 6 u. 7). Beim Vergleich der so gemittelten Hörschwellenkurven sämtlicher Probanden wurde eine Signifikanzprüfung zwischen den einzelnen Lärmexpositionsgruppen anhand des A-Tests nach STUDENT durchgeführt, dies jedoch nicht mehr für jedes Ohr getrennt, sondern nach dem mittleren Hörverlust beider Ohren. Für jede Frequenz waren 21 vergleichende Rechenoperationen erforderlich (Tab. 1).

0,5 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5	6	7
1		NS	NS	NS	NS	xx	xxx
2			x	NS	NS	xxx	xxx
3				NS	NS	x	xx
4					NS	xx	xxx
5						xxx	xxx
6							NS
7							

1 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5	6	7
1		NS	NS	NS	NS	xxx	xxx
2			xxx	xx	xxx	xxx	xxx
3				NS	NS	xxx	xxx
4					NS	x	xxx
5						xx	xxx
6							xx
7							

2 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5	6	7
1		NS	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
3				NS	xx	xxx	xxx
4					NS	xxx	xxx
5						xxx	xxx
6							xxx
7							

3 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5	6	7
1		NS	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
3				xx	xxx	xxx	xxx
4					NS	xxx	xxx
5						xxx	xxx
6							xxx
7							

4 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5	6	7
1		NS	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
3				xxx	xxx	xxx	xxx
4					xx	xxx	xxx
5						xxx	
6							
7							

6 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5	6	7
1		NS	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
3				x	xxx	xxx	xxx
4					x	xx	xxx
5						xx	xxx
6							xxx
7							

8 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5	6	7
1		NS	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
2			xx	xxx	xxx	xxx	xxx
3				x	xxx	xxx	xxx
4					x	xxx	xxx
5						xx	xxx
6							xxx
7							

Tab. 1

Signifikanzberechnungen zum Zusammenhang zwischen der Lärmexpositionsdauer und dem Hörverlust.

NS = nicht signifikant

x = signifikant

xx = sehr signifikant

xxx = höchst signifikant

Beschreibung:

In der Frequenz 0,5 KHz fanden sich in 53% der vergleichenden Rechenoperationen signifikante, in 47% nicht signifikante Unterschiede. Dabei fiel auf, daß die Häufigkeit der nicht signifikanten Unterschiede in den Expositionszeitgruppen 1 bis 5 (0-20 Jahre) weit größer war (90% NS) als beim Vergleich dieser Gruppen mit den Gruppen 6 und 7 (21 bis 30 Jahre und über 30 Jahre). Hier überwogen die signifikanten Unterschiede (91%). Der Vergleich der Audiogrammwerte im Frequenzbereich 0,5 KHz zeigte also bis zu einer Lärmexpositionszeit von 20 Jahren fast keine signifikanten Unterschiede zwischen den verglichenen Gruppen. Jenseits von 20 Jahren Lärmexposition hingegen fand sich eine signifikante Zunahme des Hörverlustes.

In der Frequenz 1 KHz fanden sich bei 67% der Vergleiche signifikante und nur noch in 33% keine signifikanten Unterschiede. Dabei waren die Gruppen, die sich nicht signifikant voneinander unterschieden, wieder innerhalb einer Lärmexpositionszeit von 20 Jahren, also in den Gruppen 1 bis 5 zu finden. Jetzt waren jedoch nur noch 70% der Fälle nicht signifikant gegenüber 90% im Frequenzbereich 0,5 KHz. Der Vergleich der Gruppen 1 bis 5 mit den Expositionszeitgruppen 6 und 7 erbrachte in 100% der Fälle (11 Berechnungen) signifikante Unterschiede gegenüber 91% im Frequenzbereich 0,5 KHz.

In der Frequenz 2 KHz bestand beim Vergleich der Gruppen 1 bis 7 untereinander ein signifikanter Unterschied in 86% und nur noch in 14% der Vergleiche keine Signifikanz. Dabei fielen die nicht signifikanten Unterschiede wieder in die Gruppen

1 bis 5. Hier zeigten 30% keine signifikant größeren Hörverluste.

In der Frequenz 3 KHz fanden wir in 95% signifikante Unterschiede und nur in 5% keine Signifikanz. Diese Fälle waren ebenfalls auf die Vergleiche der Expositionszeitgruppen 1 bis 5 beschränkt. Das Ergebnis war nur noch zu 20% nicht signifikant gegenüber 30% für die Frequenz 2 KHz.

In der Frequenz 4 KHz ergab sich nur bei einem von 21 Vergleichen keine Signifikanz und zwar beim Vergleich der Expositionszeitgruppe 1 mit Gruppe 2. Bei den übrigen 20 Vergleichen (95%) waren die Hörverlustunterschiede signifikant.

In den Frequenzen 6 KHz und 8 KHz war das Ergebnis das gleiche wie bei den Berechnungen des Hörverlustes für 4 KHz.

Mittlerer Hörverlust der für die Frage 2 untersuchten Population

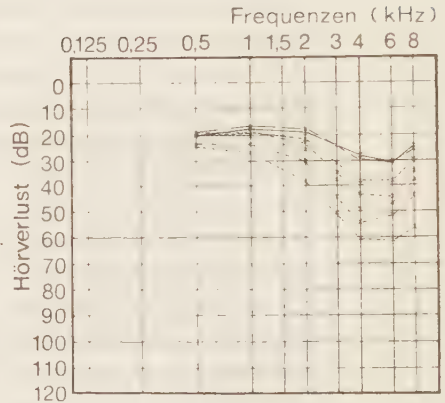
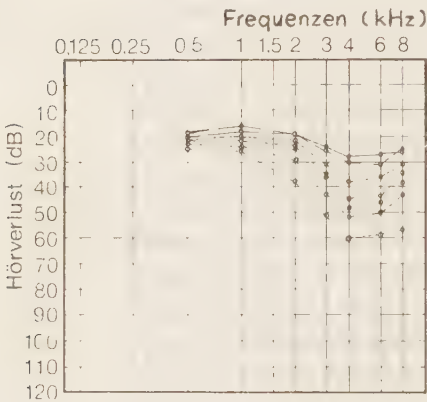


Abb. 5a

Abb. 5b

Mittlerer Hörverlust von 2035 Gießereiarbeitern, klassiert nach Lärmearbeitsjahren.

		re	li
Gruppe 1: Lärmexpositionszeit	1 Jahr	—	—
Gruppe 2:	" 1- 3 Jahre	—	—
Gruppe 3:	" 4- 8 Jahre	- - -	- - -
Gruppe 4:	" 9-14 Jahre	- - -	- - -
Gruppe 5:	" 15-20 Jahre	· · · · ·	· · · · ·
Gruppe 6:	" 21-30 Jahre	· · · · ·	· · · · ·
Gruppe 7:	" über 30 Jahre	· · · · ·	· · · · ·

In den Gruppen 1, 2 und 3 (Lärmearbeitsdauer bis 8 Jahre) verläuft die Hörschwellenkurve in den Frequenzen bis 2 KHz annähernd eben bei etwa 16 bis 22 dB Hörverlust. Zwischen 2 und 8 KHz bildet sie eine flache Senke mit rund 30 dB Hörverlust in den Frequenzen 4 und 6 KHz. Der mittlere Hörverlust für 4 KHz und 6 KHz stimmt mit

minimalen Abweichungen überein. Seitendifferenzen fehlen. Bemerkenswert sind die praktisch gleichen Hörverluste im oberen Frequenzbereich der Gruppen 1 und 2; der hier zur Darstellung kommende Hörverlust bildet sich also bereits im ersten Lärmarbeitsjahr aus und nimmt in den folgenden zwei Jahren kaum zu.

Die Gruppe 3 (4-8 Lärmarbeitsjahre) zeigt demgegenüber eine beträchtliche Verstärkung des Hörverlustes namentlich in den Frequenzen 4 und 6 KHz, in geringerem Maße auch bei 3 und 8 KHz. In den Frequenzen 6 und 8 KHz kommt außerdem eine Seitendifferenz zur Darstellung, der Hörverlust auf dem linken Ohr ist größer als auf dem rechten.

Nach 9-14 Lärmarbeitsjahren (Gruppe 4) sind die Hörschwellen bei 0,5 und 1 KHz unverändert geblieben, oberhalb 1 KHz beginnt die Hörschwellenkurve jedoch deutlich abzusinken. Die Hörsenke bei 4 und 6 KHz ist gegenüber den Gruppen 1-3 vertieft.

Die Gruppe 5 (15-20 Lärmarbeitsjahre) weist bis 3 KHz annähernd den gleichen Verlauf der mittleren Hörschwellenkurve auf. Auch in den hohen Frequenzen 4-8 KHz hat der Hörverlust gegenüber der Gruppe 4 nur wenig zugenommen, am meisten noch für 4 KHz auf dem linken Ohr.

In der Gruppe 6 (21-30 Lärmarbeitsjahre) beträgt der mittlere Hörverlust für 0,5 und 1 KHz auf beiden Ohren knapp über 20 dB. Zur Frequenz 2 KHz sinken die Hörschwellenkurven etwas steiler ab als in den Gruppen 4 und 5, und oberhalb 2 KHz zeigen sogar die mittleren Audiogrammkurven einen Steilabfall. Der Hörverlust für 3 KHz hat auf beiden Ohren die 40-dB-Grenze überschritten.

Der maximale Hörverlust liegt bei 4 KHz, er ist auf dem linken Ohr etwas stärker als auf dem rechten. Der Senkencharakter im oberen Frequenzbereich ist noch deutlich erkennbar, der Hörverlust für 8 KHz um 10 dB geringer als für 4 KHz.

Die Gruppe 7 besteht aus Personen mit mehr als 30 Lärmarbeitsjahren, die somit sämtlich jenseits des 45. Lebensjahres stehen. Die Hörschwelle für 0,5 und 1 KHz liegt bei mehr als 25 dB Hörverlust.

Das Absinken zwischen 1 und 2 KHz ist wiederum steiler geworden, der Abfall zur Frequenz 4 KHz erfolgt annähernd parallel zu den Kurven der Gruppe 6. Bei 4 und 6 KHz ist der Hörverlust mit 60 dB für beide Frequenzen auf beiden Ohren identisch. Oberhalb 6 KHz steigt die Schwellenkurve nur noch unbedeutend an. Der Senkencharakter des mittleren Audiogramms ist weitgehend verschwunden, stattdessen findet sich ein Schrägabfall von den mittleren zu den oberen Frequenzen.

Insgesamt zeigt sich also, daß der lärmbedingte Hörverlust in den ersten 8 Lärmarbeitsjahren auf den Frequenzbereich oberhalb 2000 Hz beschränkt bleibt. Erst nach dem 8. Lärmarbeitsjahr erscheint auch die Frequenz 2 KHz zunehmend in den Hörverlust einbezogen. Der fallende Schenkel der Hörsenke rückt in den mittleren Frequenzbereich. Damit geht eine Vertiefung der Hörsenke, am stärksten bei 4 und 6 KHz, einher. Mit der Lärmarbeitsdauer nimmt zugleich die Steilheit des Kurvenabfalls zu. Der Senkencharakter der Hörschwellenkurve erhält sich bis zum 30. Lebensjahr, danach ist die mittlere Hörschwellenkurve durch einen Schrägabfall in den mittleren Frequenzlagen gekennzeichnet.

5.3 Der Einfluß von Vorschäden auf die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit

Wir teilten die von uns untersuchte Population in zwei Gruppen ein:

- A) Die Gruppe mit Vorschäden
- B) Die Gruppe ohne Vorschäden

Zur Gruppe A zählten wir auch die Probanden, die anamnestisch keine Vorschäden angaben, deren otoskopischer Befund jedoch eindeutig für eine prä-existente Schädigung sprach (z.B. perforiertes oder narbiges Trommelfell).

Als Vorschäden wurden bewertet: -

- A)1. Alle angegebenen Mittelohrentzündungen (MOE), auch solche Erkrankungen, die von den Untersuchten nicht als Mittelohrentzündung bezeichnet wurden, nach den geschilderten Symptomen jedoch den Verdacht auf eine solche nahelegten.
- A)2. Alle außerbetrieblichen Traumen
 - a) Militärdienst mit erheblicher akustischer Belastung (z.B. Artillerist, Pionier u.s.w.)
 - b) Unfälle mit Schädelverletzung (Schädelbruch, Hirntraumen verschiedener Grade)
 - c) Gehäufter Umgang mit Schußwaffen (Jäger, Sportschütze).
- A)3. Sonstige Explosionstraumen
 - a) frühere Arbeit in Zusammenhang mit Sprengungen
 - b) außergewöhnliche Explosionen an der Arbeitsstelle (z.B. 16 Arbeiter, die bei einer Kesselexplosion anwesend waren).

Die Gruppen A und B wurden nach der Lärmexpositionsdauer parallelisiert. Die Klassierung war die gleiche wie bei der Fragestellung 2. Von den berücksichtigten 2035 Arbeitern fielen 816 in die

Gruppe A (mit Vorschäden) und 1214 in die Gruppe B (keine Vorschäden) (s. Tab. 8 bis 11 im Anhang). Von einer weiteren Unterteilung der Gruppen A1 nach A7 aufgrund der Art der Vorschäden mußte abgesehen werden, um die Entstehung zu kleiner Kollektive von fraglichem statistischem Wert zu vermeiden.

Gruppe

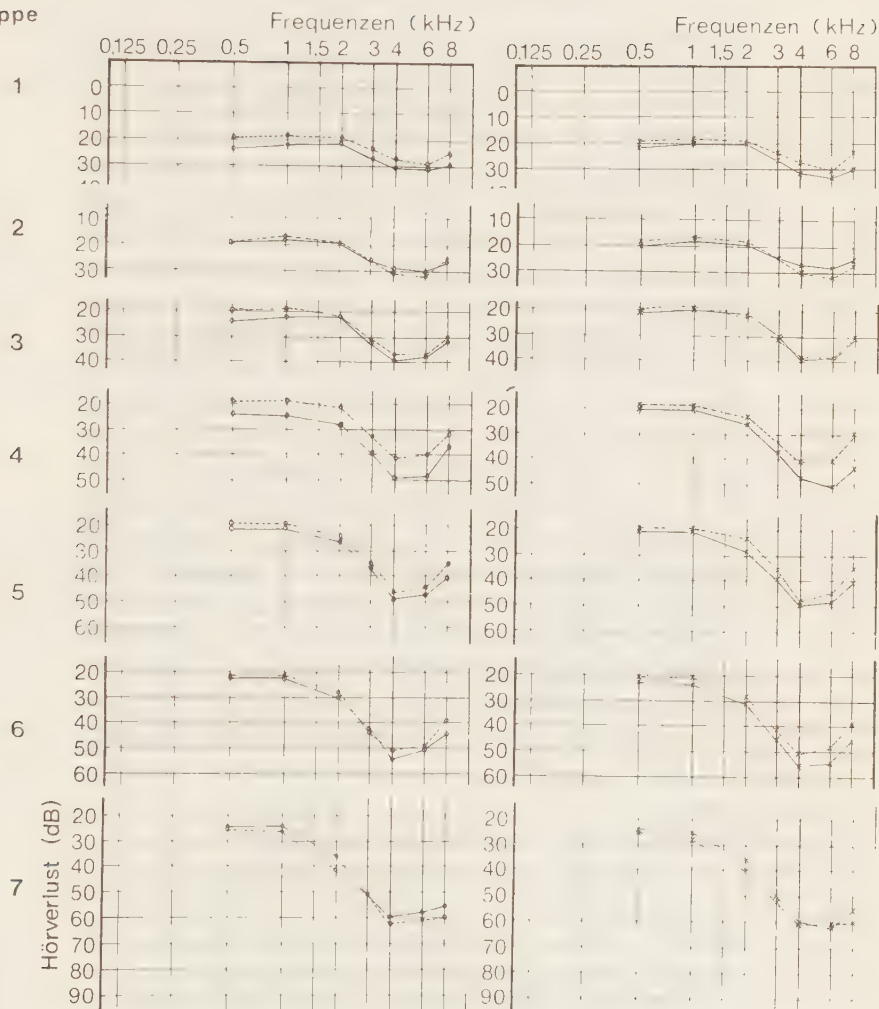


Abb. 6

Mittlere Audiogrammkurven der untersuchten Personen der Gruppe A (mit Vorschäden —) und der Gruppe B (ohne Vorschäden ----), gegliedert nach Lärmarbeitsjahren.

Gruppe 1:	Lärmexposition unt. 1 Jahr
Gruppe 2:	" 1- 3 Jahre
Gruppe 3:	" 4- 8 Jahre
Gruppe 4:	" 9-14 Jahre
Gruppe 5:	" 15-20 Jahre
Gruppe 6:	" 21-30 Jahre
Gruppe 7:	" über 30 Jahre

Gruppe 1 (Lärmexposition unter einem Jahr):

Das mittlere Audiogramm der Gruppe A (mit Vorschäden) zeigt in allen Frequenzen einen geringfügig größeren Hörverlust als das der Gruppe B. Bei der Kurve des linken Ohres fällt der etwas steilere Abfall der Hörschwellenkurve zwischen 2 und 4 KHz auf.

Gruppe 2 (Lärmexpositionszeit 1-3 Jahre):

Hier zeigt sich ein größerer Hörverlust der Gruppe A nur in den unteren und mittleren Frequenzlagen, während im Bereich der Hörsenke die Gruppe B (ohne Vorschäden) den größeren Hörverlust aufweist.

Gruppe 3 (Lärmexposition 4-8 Jahre):

Zwischen den Gruppen A und B bestehen nur minimale Unterschiede. Die mittleren Audiogrammkurven des linken Ohres verlaufen praktisch deckungsgleich.

Gruppe 4 (Lärmexposition 9-14 Jahre):

Die mittleren Hörverlustwerte der Gruppe A sind erheblich größer als die der Gruppe B. Während diese Differenz auf dem rechten Ohr in allen Frequenzen nahezu gleichmäßig ausgeprägt ist, beschränkt sie sich auf dem linken Ohr auf die Frequenzen 4000 bis 8000 Hz, also auf den Frequenzbereich, in dem sich Lärmhörschäden am ehesten und stärksten manifestieren.

Gruppe 5 (Lärmexposition 15-20 Jahre):

Hier ist der mittlere Hörverlust der Gruppe A wiederum nur geringfügig stärker als der der Gruppe B. Die größte Differenz findet sich links in der Frequenz 2000 Hz. Der Übergang von der Hörsenke im oberen Frequenzbereich zum Schrägabfall der Audiogrammkurve in den mittleren Frequenzen scheint sich, zumindest auf dem linken Ohr, in der Gruppe A rascher und deutlicher zu vollziehen.

Gruppe 6 (Lärmexposition 21-30 Jahre):

In den Frequenzen 4 bis 8 KHz zeigt die Gruppe A etwas größere Hörverluste als die Gruppe B. Der Unterschied ist auf dem linken Ohr mehr ausgebildet als auf dem rechten.

Gruppe 7 (Lärmexposition über 30 Jahre):

Die mittleren Audiogramme der Personen ohne und mit Vorschäden bieten keinen Hinweis auf schwerere Hörschäden in der Gruppe A; die durchschnittlichen Hörverluste des Kollektivs B sind im Gegenteil geringfügig größer als in der Gruppe A. Nur auf dem linken Ohr und in den Frequenzen 4 und 6 KHz finden sich gleiche Hörschwellen.

Dem Signifikanztest nach STUDENT wurden die mittleren Hörverlustwerte für jede Frequenz nicht mehr getrennt für das linke und das rechte Ohr, sondern die mittleren Werte beider Ohren zugrundegelegt.

Gr.	0,5	1	2	3	4	6	8	KHz
1	xx	xx	NS	NS	NS	NS	x	
2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
3	x	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
4	NS	NS	NS	NS	x	NS	xx	
5	NS	NS	x	NS	NS	NS	x	
6	NS	NS	NS	NS	NS	x	xx	
7	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

Tab. 2

Vergleich der Personen mit Vorschädigung mit der Gruppe von Probanden ohne Vorschädigung.

Gruppe 1: Lärmexposition unter 1 Jahr

Gruppe 2: " 1- 3 Jahre

Gruppe 3: " 4- 8 Jahre

Gruppe 4: " 9-14 Jahre

Gruppe 5: " 15-20 Jahre

Gruppe 6: " 21-30 Jahre

Gruppe 7: " über 30 Jahre

NS = nicht signifikant

x = signifikant

xx = sehr signifikant

xxx = höchst signifikant

In der Prüffrequenz 0,5 KHz fand sich beim Vergleich der Population A mit der Population B ein signifikant größerer Verlust in den Gruppen A₁ und A₃. In den Gruppen 2, 4, 5, 6 und 7 bestand kein signifikanter Unterschied. 29% der Untersuchten mit Vorschäden wiesen also einen signifikant größeren Hörverlust auf. Die restlichen 71% zeigten audiometrisch keinen signifikanten Unterschied gegenüber der Vergleichsgruppe ohne Vorschäden.

In der Frequenz 1 KHz ergab sich statistisch nur in der Gruppe A₁ ein signifikanter Unterschied gegenüber der Gruppe B₁. 14% der Personen hatten einen signifikant größeren Hörverlust.

In der Frequenz 2 KHz zeigte die Gruppe A₅ einen signifikant größeren Hörverlust. Bei 14% der Untersuchten waren die Differenzen signifikant.

In der Frequenz 3 KHz ergab sich bei keiner der Rechenoperationen ein signifikanter Unterschied zwischen den Populationen A und B.

In der Frequenz 4 KHz übertraf der Hörverlust der Gruppe A₄ signifikant den Hörverlust der Gruppe B₄. Den signifikanten Unterschied zeigten 14% der Probanden.

In der Frequenz 6 KHz fand sich der signifikante Unterschied in der Gruppe 6, das Verhältnis von signifikanten zu nicht signifikanten Unterschieden belief sich auf 14 zu 86%.

In der Frequenz 8 KHz zeigten 57% der Population A einen signifikant größeren Hörverlust, und zwar in den Expositionszeitgruppen 1, 4, 5 und 6. Bei 43% waren die Differenzen nicht signifikant.

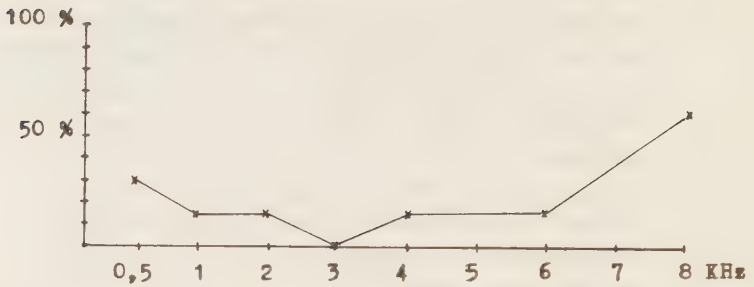


Abb. 7

Signifikant größere Hörverluste in der Population A (mit Vorschäden) gegenüber der Population B (ohne Vorschäden), aufgetragen in Prozent als Funktion der Prüffrequenz.

Zusammenfassend stellten wir fest:

- 1) 80% der Probanden mit Vorschäden (Population A) wiesen keine größeren Hörverluste auf als die Probanden der Vergleichsgruppe ohne Vorschäden (Population B).
- 2) 20% der Probanden mit Vorschäden hatten größere Hörverlustwerte als die Untersuchten ohne Vorschäden.
- 3) In keiner Gruppe mit Vorschäden wurde ein besseres Audiogramm, d.h. ein geringerer Hörverlust gefunden als in der Gruppe ohne Vorschäden.

Beim statistischen Vergleich der Population A (mit Vorschäden) und der Gruppe B (ohne Vorschäden) im Signifikanztest nach STUDENT kommt man insbesondere in der Gruppe 7 zu einem anderen Ergebnis als beim graphischen Vergleich. Bei der statistischen Auswertung werden jedoch nicht mehr die Mittelwerte beider Ohren getrennt betrachtet, sondern die mittleren Audiogrammwerte beider Ohren der Probanden aus Gruppe A mit denen der Gruppe B verglichen. Außerdem gehen in die statistische Auswertung die Streuung der Einzelwerte (SE) und der Mittelwerte (SM) ein, wobei gerade in der Gruppe 7 diese Streuung erheblich größer ist als in den anderen Vergleichsgruppen (s. Tab. 8-11 im Anhang).

5.4 Zusammenhang zwischen Lebensalter und Hörverlust bei Lärmarbeitern

Die untersuchten 2035 Personen wurden in fünf vergleichbar große Altersgruppen von je zehn Lebensjahren unterteilt.

Gruppe 1: 15-24 Jahre $n=138$

Gruppe 2: 25-34 Jahre $n=632$

Gruppe 3: 35-44 Jahre $n=655$

Gruppe 4: 45-54 Jahre $n=375$

Gruppe 5: 55-64 Jahre $n=230$

Gesamtzahl: 2030 (siehe auch Abb. 1 auf S. 23).

Fünf Probanden im Alter von über 65 Jahren blieben bei der Auswertung unberücksichtigt.

Bei den verbliebenen 2030 Lärmarbeitern wurde der mittlere Hörverlust mit Standardabweichung der Einzelwerte (SE) und der Mittelwerte (SM) für jedes Ohr getrennt in jeder Frequenz berechnet (Tab. 12 und 13 im Anhang). Im zweiten Untersuchungsschritt verglichen wir die Altersgruppen untereinander, jedoch nicht mehr für das linke und das rechte Ohr getrennt, sondern nach dem mittleren Hörverlust beider Ohren in den einzelnen Prüffrequenzen. Für jede Frequenz wurden zehn Signifikanzberechnungen nach dem A-Test nach STUDENT durchgeführt.

In der Frequenz 0,5 KHz fand sich bei einer Berechnung keine Signifikanz. Bei den übrigen neun Vergleichen ergaben sich signifikante (1), sehr signifikante (1) und höchst signifikante (7) Unterschiede zwischen den Altersgruppen.

In der Frequenz 1 KHz zeigte der Vergleich der Gruppen 2 und 3 einen nicht signifikanten Unterschied, die übrigen neun Vergleiche erbrachten wiederum sehr signifikante (1) und höchst signi-

fikante (8) Unterschiede zwischen den Altersgruppen.

In den Frequenzen 2, 3, 4, 6 und 8 KHz waren die Unterschiede beim Vergleich der jeweils jüngeren mit der nächst älteren Gruppe bei allen zehn Vergleichen höchst signifikant (Tab. 3).

0,5 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xxx	xxx	xxx	xxx
2			NS	xx	xxx
3				xxx	xxx
4					x
5					

1 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xx	xxx	xxx	xxx
2			NS	xxx	xxx
3				xxx	xxx
4					xxx
5					

2 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx
3				xxx	xxx
4					xxx
5					

3 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx
3				xxx	xxx
4					xxx
5					

4 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx
3				xxx	xxx
4					xxx
5					

6 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx
3				xxx	xxx
4					xxx
5					

8 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xxx	xxx	xxx	xxx
2			xxx	xxx	xxx
3				xxx	xxx
4					xxx
5					

Tab. 3

Signifikanzberechnungen zum Zusammenhang zwischen Lebensalter und Hörverlust.

NS = nicht signifikant

x = signifikant

xx = sehr signifikant

xxx = höchst signifikant

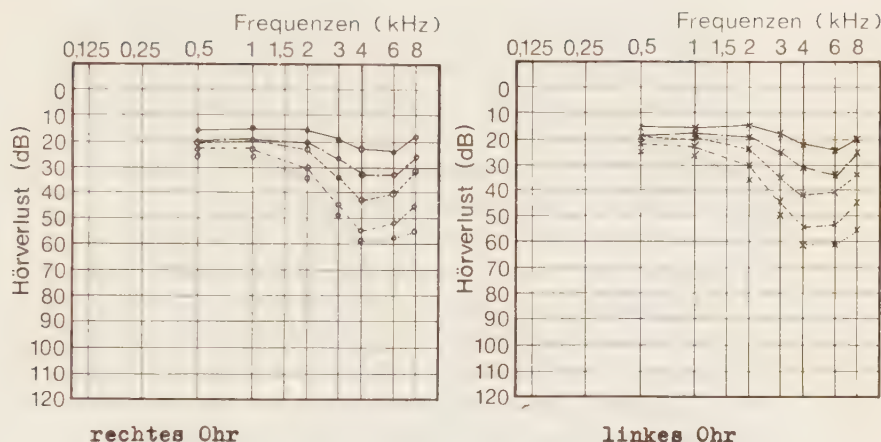


Abb. 8

Mittlere Hörschwellenkurven der Altersgruppen 1-5

	re. Ohr	li. Ohr
Gruppe 1: 15-24 Jahre	—●—	—x—
Gruppe 2: 25-34 Jahre	—○—	—x—
Gruppe 3: 35-44 Jahre	—○—	—x—
Gruppe 4: 45-54 Jahre	—○—	—x—
Gruppe 5: 55-64 Jahre	—○—	—x—

In der Altersgruppe 1 verläuft die Hörschwellenkurve beider Ohren von 0,5 bis 2 KHz gleichmäßig bei 15 dB. Oberhalb 2000 Hz ist die Schwellenkurve abgesenkt und bildet bei 4 und 6 KHz eine flache Mulde. Die Differenz zum Hörverlust in den unteren Frequenzen beträgt ca. 8 dB.

In der Altersgruppe 2 verläuft die mittlere Hörschwellenkurve ähnlich, ist jedoch gegenüber der Gruppe 1 im Frequenzbereich von 0,5 bis 2 KHz um etwa 5 dB verschoben. Der Abfall oberhalb 2 KHz ist steiler, der Hörverlust in den Frequenzen 4 und 6 KHz um etwa 10 dB größer als in Gruppe 1. Der Senkencharakter des Audiogramms ist deutlicher ausgeprägt.

Die Altersgruppe 3 zeigt in den tiefen Frequenzen 0,5 und 1 KHz nur einen unbedeutend größeren Hörverlust als die Gruppe 2. Von 1 auf 2 KHz sinkt die Schwellenkurve jedoch flach ab, und der Abfall zur Hörsenke ist wiederum steiler als in der Gruppe 2. Der maximale Hörverlust liegt in der Frequenz 4 KHz, er beträgt ca. 42 dB.

Die Altersgruppe 4 ist durch ein steileres Absinken der Hörschwellenkurve bereits oberhalb 1 KHz gekennzeichnet. Der Abfall oberhalb 2 KHz ist steiler als in der Gruppe 3, der Hörverlust bei 4 KHz beträgt etwa 55 dB, bei 8 KHz nur etwa 40 dB. Die Senkenform der Audiogrammkurve ist noch deutlich. Die mittleren Audiogramme in der Altersgruppe 5 sind gegenüber denen der Gruppe 4 um 3 bis 5 dB zu größeren Hörverlusten parallel verschoben, jedoch nur bis zur Frequenz 4 KHz. Oberhalb 4 KHz erfolgt im Vergleich zu den Gruppen 3 und 4 nur ein geringer Wiederanstieg der Hörschwellenkurven, sodaß das Audiogramm mehr einen Schrägabfall als eine verbreitete Hochtonsenke zeigt.

In diese Berechnungen ist natürlich die mit dem Lebensalter im allgemeinen steigende Zahl von Lärmarbeitsjahren eingegangen. Dementsprechend zeigen die Hörverluste mit steigendem Lebensalter auch eine ähnliche Progression wie mit steigender Expositionsdauer (vgl. Abb. 5a und 5b).

Eine Untergliederung der Altersgruppen nach Lärmarbeitsjahren hätte jedoch Kollektive ergeben, die für eine statistische Bearbeitung zu klein gewesen wären.

Da die Ergebnisse zu Frage 4 im wesentlichen als Grundlage für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Lärmhörverlust und sog. mittlerem Altershörverlust dienen sollten, wurde von einer solchen weiteren Klassierung abgesehen.

5.5 Beziehungen zwischen der Progression der Lärmschwerhörigkeit und dem mittleren Altershörverlust

Um zu klären, ob der Lärmarbeiter von einem bestimmten Alter an nur noch mit einer Zunahme der Lärmschwerhörigkeit zu rechnen hat, die der durchschnittlichen altersbedingten Gehörverschlechterung entspricht, führten wir an der von uns untersuchten Stichprobe folgende Rechenoperationen durch:

Von allen einzelnen Audiogrammen der 2030 berücksichtigten Arbeiter (ohne die fünf Probanden über 65 Jahre) wurde der mittlere Altershörverlust subtrahiert. Die Werte für den mittleren Altershörverlust entnahmen wir der Tabelle für Männer aus der Monographie von P.H. SCHMIDT, die heute allgemein verwendet wird und auch in die VDI-Richtlinie 2058 Bl.2 Eingang gefunden hat (SCHMIDT (50)).

Altersgr.	0,5 KHz	1 KHz	2 KHz	3 KHz	4 KHz	6 KHz	8 KHz
15-24 a	0	0	0	0	0	0	0
25-34 a	1	1	2	4	6	8	7
35-44 a	3	3	6	10	13	17	15
45-54 a	6	6	12	18	23	27	27
55-64 a	10	10	18	27	33	40	43

Tab. 4

Mittelwerte des altersbedingten Hörverlustes von Männern in dB.

Nach Abzug der mittleren Altershörverluste ergaben sich die Hörschwellen der Abbildung 9 getrennt für das rechte und das linke Ohr. Die resultierenden Audiogramme betrachteten wir hypothetisch als Manifestation des mit Sicherheit allein durch Lärm bedingten Hörverlustes.

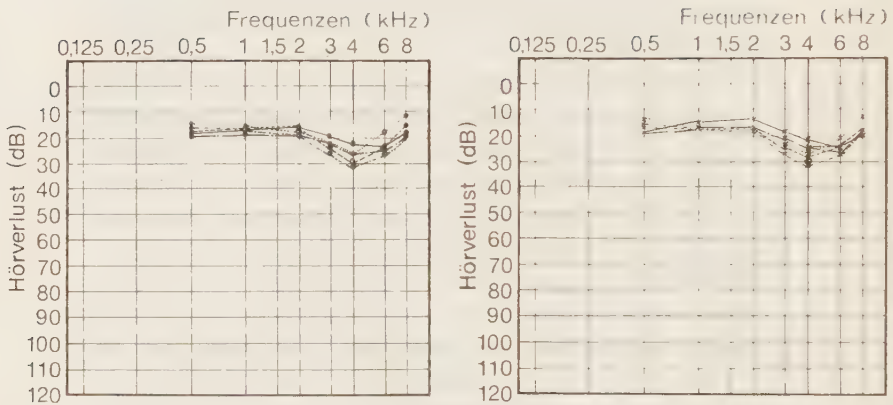


Abb. 9

Mittlere Audiogrammkurven der Altersgruppen 1 bis 5 nach Subtraktion des mittleren altersbedingten Hörverlustes.

	re. Ohr	li. Ohr
Gruppe 1: 15-24 Jahre	—●—	—●—
Gruppe 2: 25-34 Jahre	—○—	—○—
Gruppe 3: 35-44 Jahre	- - -○- - -	- - -○- - -
Gruppe 4: 45-54 Jahre	- - -●- - -	- - -●- - -
Gruppe 5: 55-64 Jahre	○.....	○.....

Diese Audiogramme zeigen dicht aneinanderliegende Hörschwellenkurven ohne Differenzen zwischen dem rechten und dem linken Ohr. Im Frequenzbereich zwischen 0,5 bis 2 KHz streuen die Werte um etwa 5 dB. Nach den höheren Frequenzen hin fächern sich die Kurven auf eine Breite von etwa 10 dB auf. Der größte Hörverlust ist im allgemeinen auch jetzt noch bei der Frequenz 4 KHz erkennbar. Mit zunehmendem Alter fand sich trotz Subtraktion des altersbedingten Hörverlustes eine Vertiefung

der Hörsenke. Nur die Kurven der Altersgruppe 5 liegen im Frequenzbereich 3 bis 8 KHz bei geringeren dB - Werten als die der Gruppen 3 und 4, in den Frequenzen 6 und 8 KHz ist die mittlere dauernde Hörschwellenverschiebung sogar geringer als bei den Gruppen 1 und 2. Dieses Ergebnis läßt die Berechtigung der pauschalen Alterskorrektur als fragwürdig erscheinen, denn die Lärmexpositionszeiten der Gruppe 5 waren mit Sicherheit länger als die der Gruppen 1 und 2. Die alterskorrigierten Hörverluste der Gruppen 1 bis 5 wurden untereinander mit dem Signifikanztest nach STUDENT getrennt für jede Frequenz verglichen. Dabei berücksichtigten wir jedoch nicht mehr das rechte und das linke Ohr getrennt, sondern den mittleren Hörverlust beider Ohren.

Das Ergebnis der Signifikanzberechnungen zeigen die folgenden Tabellen.

0,5 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		NS	NS	NS	xx
2			NS	xxx	xxx
3				NS	xxx
4					x
5					

2 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xx	x	xx	x
2			NS	NS	NS
3				NS	NS
4					NS
5					

4 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		xx	xxx	xxx	xx
2			xxx	xxx	NS
3				NS	NS
4					xx
5					

8 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		NS	NS	NS	xxx
2			NS	NS	xxx
3				NS	xx
4					xxx
5					

1 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		NS	NS	NS	NS
2			NS	NS	NS
3				NS	NS
4					NS
5					

3 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		x	xxx	xxx	xx
2			x	xxx	NS
3				x	NS
4					x
5					

6 KHz:

Gr.	1	2	3	4	5
1		NS	NS	NS	x
2			NS	NS	xx
3				NS	xx
4					xxx
5					

Tab. 5

Vergleich der mittleren Hörverluste beider Ohren in den Altersgruppen 1 bis 5 für die Frequenzen 0,5 bis 8 KHz nach Alterskorrektur im A-Test nach STUDENT.

NS = nicht signifikant

x = signifikant

xx = sehr signifikant

xxx = höchst signifikant

Gruppe 1: 15-24 Jahre

Gruppe 2: 25-34 Jahre

Gruppe 3: 35-44 Jahre

Gruppe 4: 45-54 Jahre

Gruppe 5: 55-64 Jahre

In der Frequenz 0,5 KHz fanden sich in 50% der verglichenen Altersgruppen signifikante Unterschiede in den Audiogrammwerten.

In der Frequenz 1 KHz ergab sich bei keiner der durchgeführten Rechenoperationen ein signifikanter Unterschied zwischen den Vergleichsgruppen. Bei der Signifikanzberechnung für die Frequenz 2 KHz ergaben sich in 40% signifikante Unterschiede.

In der Frequenz 3 KHz waren 80% der Vergleichsgruppen signifikant voneinander verschieden und in der Frequenz 4 KHz fanden sich beim Vergleich der Altersgruppen miteinander in 70% der Fälle signifikante Unterschiede.

In den Frequenzen 6 KHz und 8 KHz waren jeweils 40% der Vergleichsgruppen signifikant voneinander verschieden.

Nach Subtraktion des altersbedingten Hörverlustes von den Audiogrammwerten der 2030 Lärmarbeiter ergaben sich also in einem großen Teil der Vergleiche statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen. Wir fanden folgende prozentuale Verteilung der Signifikanzen auf die einzelnen Frequenzen:

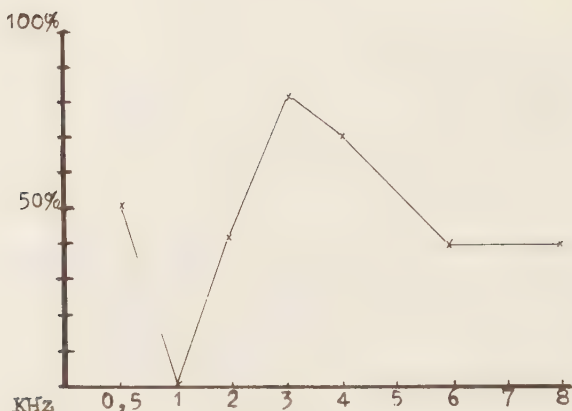


Abb. 10

Signifikante Unterschiede der alterskorrigierten mittleren Hörverlustkurven der Altersgruppen 1 bis 5 als Funktion der Prüffrequenz.

Im Frequenzbereich von 3 KHz fand sich hier das Maximum und im Frequenzbereich von 1 KHz das Minimum an signifikanten Unterschieden zwischen den Altersgruppen. Die zweithöchste Anzahl von Signifikanzen ergab sich im Frequenzbereich von 4 KHz. Im höchsten Frequenzbereich von 6 und 8 KHz erbrachten die vergleichenden Rechenoperationen etwa zu gleichen Teilen statistisch signifikante und nicht signifikante Unterschiede. Das gleiche Ergebnis fand sich im Frequenzbereich von 0,5 KHz.

6. DISKUSSION DER EIGENEN ERGEBNISSE

6.1

Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Dauer der Lärmexposition und Beginn der subjektiven Gehörminderung zeigte sich, daß in der Population unserer Probanden nur ein verhältnismäßig kleiner Teil derjenigen Personen, bei denen nach allgemeiner Erfahrung aufgrund des eingetretenen Hörverlustes eine subjektive Hörbehinderung hätte erwartet werden müssen, ein Nachlassen der Hörfähigkeit angab (21%).

WAGEMANN (60), der der gleichen Frage anhand einer Untersuchung von 500 Werftarbeitern der Kieler Howaldtswerke (SCHREIBER (52)) nachgegangen war, hatte bei 60% seiner Probanden eine positive Antwort erhalten. Die Differenz dürfte teilweise auf die Unzuverlässigkeit der Aussagen von ausländischen und älteren Arbeitnehmern in unserer Stichprobe zurückzuführen sein, die vermutlich vom Eingeständnis einer Hörbehinderung den Verlust ihrer Arbeitsstelle oder sonstige Nachteile befürchteten.

Beschränken wir die Aussage jedoch auf die Probanden, die Angaben über den Beginn ihrer Schwerhörigkeit machen konnten, so nähern sich unsere Ergebnisse denen WAGEMANNs. 6% seiner Probanden bemerkten bereits nach einem Jahr Lärmarbeit eine Hörverschlechterung, in unserer Population 1%. Im zweiten bis neunten Lärmarbeitsjahr kamen bei WAGEMANN weitere 33%, in unserer Untersuchung 30% dazu (insgesamt also 39 bzw. 31%).

Im zweiten Dezennium der Lärmtätigkeit stellten bei WAGEMANN weitere 26% der subjektiv hörbehinderten Lärmarbeiter eine Hörverschlechterung fest, in unserer Untersuchung dagegen 42%.

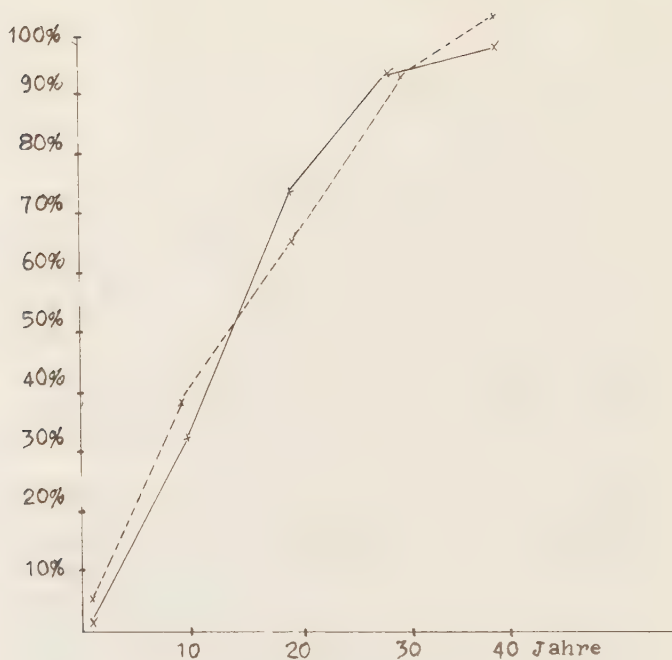


Abb. 11

Prozentsummenkonstruktion des subjektiven Beginns der Lärmschwerhörigkeit als Funktion der Lärmarbeitsjahre. Vergleich der eigenen Ergebnisse (—) mit denen WAGEMANN'S (----) (60).

Im dritten Jahrzehnt der Lärmarbeit waren es bei WAGEMANN 26%, in unserer Untersuchung 20%, im vierten Dezennium 14% (WAGEMANN) bzw. 7% und im fünften Jahrzehnt der Lärmexposition 5% bzw. 1%. Somit ergibt sich eine ungefähre Übereinstimmung. Die vergleichende Prozentsummenkonstruktion dieser Angaben (Abb.11) zeigt in unserer Stichprobe die stärkere Zunahme an subjektiver Hörbehinderung im zweiten Lärmdezennium, während bei WAGEMANN im gleichen Zeitraum die Zunahme der bemerkten Schwerhörigkeit schon geringer wird. Im ersten und im dritten Lärmdezennium verlaufen die Kurven beider Untersuchungen parallel, im vierten Dezennium divergent.

Die Erfahrung, daß Lärmarbeiter den Beginn der Schwerhörigkeit je nach Expositionsdauer unterschiedlich intensiv empfinden, erklärt WAGEMANN (60) damit, daß z.B. ein Hörverlust von 50 dB, auf den sich ein zusätzlicher Hörverlust von 10 dB aufpropft, für den Betroffenen auffälliger ist als etwa eine Verschiebung der Hörschwelle von 20 auf 30 dB. Ist der bereits bestehende Hörverlust dagegen groß, so wird eine Zunahme um 10 dB wieder weniger empfunden.

6.2

Die zweite Frage betraf den Zusammenhang zwischen der Dauer der Lärmexposition und der Zunahme des Hörverlustes. Unsere Untersuchungen bestätigten, daß der Lärmbörverlust mit der Expositionszeit größer wird. Dabei ist die Hörverschlechterung stark frequenzabhängig. Bei 0,5 und 1 KHz verschiebt sich die Hörschwelle nur unbedeutend. Der mittlere Hörverlust steigt von 15 dB im ersten Lärmarbeitsjahr auf etwa 25 dB nach 30 Lärmarbeitsjahren an. Bezüglich der Entwicklung

der Lärmschwerhörigkeit in den ersten 10 Lärm-
arbeitsjahren stimmen diese Ergebnisse mit denen
GOLDNERS (15) überein. Wir fanden jedoch auch
noch nach dem ersten Lärmdezennium eine beträcht-
liche Progression des Lärmhörverlustes. Ähnliche
Beobachtungen sind von GLORIG et al. (14) publi-
ziert. Auch BOENNINGHAUS (2) fand bei Gutachten-
patienten ein Fortschreiten des Hörverlustes
über das zehnte Lärmarbeitsjahr hinaus.
Hinsichtlich der Entwicklung des audiometrischen
Kurvenbildes bestätigten unsere Untersuchungen,
die u.a. von MEYER ZUM GOTTESBERGE (37) beschriebe-
nen Veränderungen. In der Anfangsphase der Lärm-
schwerhörigkeit zeigt die mittlere Hörschwellen-
kurve größerer Kollektive eine Muldenbildung im
Bereich von 4 und 6 KHz. Mit fortschreitender
Expositionszeit vertieft sich diese Mulde und
dehnt sich zugleich auf benachbarte Frequenzen
aus, sodaß auch die für das Sprachverständnis
wichtigen Bereiche um 2 bis 3 KHz in den Hörver-
lust einbezogen werden. In der höchsten Prüf-
frequenz 8 KHz bleibt der Hörverlust zunächst
viel geringer als bei 4 und 6 KHz. Nach 30 Lärm-
arbeitsjahren hat er jedoch annähernd den glei-
chen Betrag erreicht. Die Hörschwellenkurve ver-
läuft dann nicht mehr senken- oder muldenförmig,
sondern in der Oktave 4 bis 8 KHz annähernd
gleichförmig bei Schrägabfall zwischen 1 und 4 KHz.

6.3

Lärmarbeiter, die vor oder während der Exposi-
tion an Mittelohrentzündungen erkrankt waren,
die eine akustische Vorbelastung in Form ge-
häufter Knall- oder Explosionstraumen oder die
Schädeltraumen erlitten hatten, wiesen in der
Mehrzahl der Fälle einen größeren Hörverlust auf

als die Probanden ohne Vorschädigung. Eine Unterteilung unserer Population nach Art der Vorschädigung war zwar nicht möglich, weil die einzelnen Kollektive für eine statistische Auswertung dadurch zu klein geworden wären; aber mit dieser Einschränkung lassen unsere Untersuchungen folgende Rückschlüsse zu:

Die Auswirkung von Vorschädigungen scheint frequenzabhängig zu sein. Die höchste Zahl signifikant größerer Hörverluste bei Vorschädigung betraf die Frequenz 8 KHz, die zweitgrößte die Frequenz 0,5 KHz, während in den Frequenzen 1, 2, 4 und 6 KHz die signifikant größeren Hörverluste in gleicher Häufigkeit anzutreffen waren.

Nur bei 3 KHz wurden keine signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen ohne und mit Vorschädigung errechnet. Die Annahme DIEROFFs (8), daß Schalleitungsstörungen dem Innenohr einen gewissen Schutz vor Schädigung durch Lärm bieten, fanden wir nicht bestätigt; gleiches gilt für die von HABERMANN, POLLIZER und PASSOW (20) publizierte Auffassung, daß entzündliche Ohrerkrankungen einen schützenden Einfluß ausüben, und auch für die von LARSEN (31), MC. LAREN (36) und SEIDLER (54) vertretene Ansicht, Mittelohrentzündungen seien ohne jede Bedeutung für die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit. Beim Vergleich der Audiogramme verschiedener Expositionszeitgruppen der beiden parallelisierten Populationen A (mit Vorschäden) und B (ohne Vorschäden) war die Hörsenke der Population A gegenüber der der Population B vertieft.

Die anamnestischen und audiometrischen Erhebungen an unserem Probandengut sprechen dafür, daß nach Kopftraumen ein Hörschaden auftreten kann, der dem Hörschaden durch Dauerlärm ähnlich ist, und stimmen insoweit mit den Beobachtungen von

ESCHER (11) und RÜEDI (47) überein. Indessen läßt sich diese Frage anhand unserer Felduntersuchung nicht vollständig und mit letzter Sicherheit beantworten, weil wir, wie bereits erwähnt, im Interesse einer möglichst sicheren statistischen Bearbeitbarkeit von einer Differenzierung der Vorschäden absahen. Schließlich halten wir es für zweifelhaft, ob bei Reihenuntersuchungen erhobene anamnestische Angaben für eine nachträgliche diagnostische Klassierung etwaiger Vorschäden ausreichen.

Wir sind der Auffassung, daß die Klärung dieser Zusammenhänge nur an weit umfangreicheren Längs- und Querschnittsuntersuchungen, als sie einem einzelnen Untersucherteam möglich sind, schlüssig gelingen kann. Dabei wäre als Voraussetzung der sinnvollen Kooperation mehrerer Untersucher bzw. Untersuchergruppen zu fordern, daß die Methodik der Anamneseerhebung, der Untersuchung, der Lärmbeurteilung und der audiometrischen Prüfung für einen Zeitraum von mehreren Jahren streng vereinheitlicht wird. Ferner müßten die Daten aller Lärmarbeiter von einer wissenschaftlichen Institution zentral erfaßt werden, damit auch das Hörvermögen der zahlreichen Betriebswechsler unter Beobachtung bleibt, und dies nach einheitlichen Kriterien.

6.4

Unsere Untersuchungen belegen, daß der Hörverlust von Lärmarbeitern mit steigendem Lebensalter zunimmt; dabei darf aber nicht unberücksichtigt bleiben, daß Ältere Lärmarbeiter im allgemeinen auch längere Zeit dem Lärm im Arbeitsbereich exponiert waren. Die Zunahme des Hörverlustes ist in allen Frequenzen deutlich, wie aus den mittleren Audiogrammen der Lebens-

altersgruppen und aus den Signifikanzberechnungen hervorgeht. Mit zunehmendem Lebens- (und Lärmarbeits-) alter verstärkt sich der Hörverlust, und zwar am meisten in den Frequenzen 4 und 6 KHz. Diese Progression muß mindestens partiell eine Folge der Lärmeinwirkung sein, denn der Verlauf der mittleren Altershörschwellenkurven ist mehr durch einen kontinuierlichen (winkelförmigen) Abfall in den Frequenzen oberhalb 1 KHz als durch eine Muldenbildung bei 4 und 6 KHz gekennzeichnet.

6.5

Die Frage, ob es eine Spätprogression der Lärmschwerhörigkeit gibt, ist letztlich die Frage, ob die Zunahme der Schwerhörigkeit bei älteren Lärarbeitern durch die fortdauernde Lärmeinwirkung oder durch den sogenannten Altersabbau des Gehörs verursacht wird. Sie steht mit der Frage nach der Lärmexpositionsdauer, jenseits welcher die fortdauernde Lärmeinwirkung das Gehör nicht mehr weiter verschlechtert, in Zusammenhang. Die arbeits- und sozialmedizinische Bedeutung des Problems liegt auf der Hand; denn wenn die Lärmschwerhörigkeit nach einer bestimmten Expositionsdauer ihren Endzustand erreicht hat, kann sich der Beschäftigte in der Folgezeit ohne Gefährdung seines verbliebenen Hörvermögens an lärmintensiven Arbeitsplätzen aufhalten.

DIEROFF (6) und WAGEMANN (61) haben dies bereits nach einer Exposition von 10 Jahren angenommen, während BOENNINGHAUS (2), GLORIG, SUMMERFIELD und WARD (14) ein Fortschreiten der Lärmschwerhörigkeit auch nach zehn Lärmarbeitsjahren beobachteten.

Der Abzug des mittleren Altershörverlustes von

den gemittelten Audiogrammkurven unserer fünf Altersgruppen ergab in allen Frequenzen oberhalb 1 KHz signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen. In den Frequenzen 2 und 6 KHz waren sie seltener, überwogen jedoch im Frequenzbereich 3 und 4 KHz. In den Altersgruppen 1 bis 4 (15-54 Jahre) vertiefte sich auch nach hypothetischem Abzug des mittleren Altershörverlustes die Audiogrammsenke bei 4000 Hz. Zugleich ergab sich jedoch bei den Gruppen 3 und 4 (35-54 Jahre) bereits ein Konstantbleiben oder sogar eine Verringerung des mittleren Hörverlustes für 6 KHz. Dies läßt bereits an der Berechtigung der "Alterskorrektur" chronischer Lärmhörschäden zweifeln; denn die höheren Altersgruppen waren auch für längere Zeit dem Lärm exponiert, und der Hörverlust für 6 KHz kann allenfalls mit zunehmender Lärmarbeitsdauer konstant bleiben, nicht aber abnehmen. In der Altersgruppe 5 (55-64 Jahre) resultierte nach Abzug des mittleren Altershörverlustes ein lärmbedingter Hörverlust, der insgesamt geringer war als in den kürzer exponierten Altersgruppen 3 und 4 (35-54 Lebensjahre) und in den Frequenzen 6 und 8 KHz sogar unter den Werten der Altersgruppe 1 (15-24 Jahre) lag. Dies ist wegen der weit kürzeren Lärmexpositionszeit der Altersgruppe 1 offenbar unmöglich und die Berechtigung der Alterskorrektur der Lärmschwerhörigkeit somit höchst zweifelhaft. Nach Abschluß unserer Untersuchungen hat NIEMEYER (42) die Annahme einer gesetzmäßigen Addition des mittleren Altershörverlustes zum eingetretenen Lärmhörverlust an einem zwar kleinen, aber sehr eingehend untersuchten Krankengut von 200 Gutachtenpatienten widerlegt.

Die Beobachtungen anderer Autoren, daß der Lärmhörverlust nach 10 Jahren nur noch um den ungefähren Betrag des mittleren Altershörverlustes zunimmt, besagen unseres Erachtens noch keineswegs, daß diese Progression durch zusätzliche Altersveränderungen des Gehörorgans verursacht ist; sie besagen lediglich, daß diese Zunahme der Schwerhörigkeit annähernd mit dem Betrag der Hörschwellenverschiebung übereinstimmt, die bei Personen mit nicht lärmgeschädigten Innenohren im gleichen Lebensabschnitt zu erwarten wäre. Im lärmgeschädigten Innenohr ist ein großer Teil der äußeren Haarzellen des basalen und des angrenzenden Abschnitts der mittleren Schneckenwindung zugrunde gegangen, oftmals verbunden mit einer aufsteigenden Degeneration der Ganglienzellen des Ganglion spirale und der dazugehörigen Hörnervenfasern. Daß sich an einem in dieser Form geschädigten Innenohr die gleichen Altersveränderungen abspielen wie an einem nicht vorgeschädigten, und daß hierdurch die gleiche Hörschwellenverschiebung erzeugt wird wie am gesunden Innenohr, wo die Alterungsvorgänge eine zunächst vollzählige Population an äußeren Haarzellen erfassen, ist eine nicht bewiesene Hypothese. Ebensogut kann der Progression die fortschreitende Schädigung durch Lärmimmission zugrunde liegen.

Wir halten es daher für nicht vertretbar, etwa wie GÜTTICH (19) die Alterungsvorgänge als Funktion der Lebensjahre zum Lärmschaden zu addieren und, in logischer Konsequenz, nur den eingetretenen Hörverlust abzüglich des mittleren Altershörverlustes als Lärmschaden zu bewerten. Wir schließen uns auch nicht der Ansicht DIEROFFS (6)

und WAGEMANNs (61) an, daß der Arbeiter sich bereits jenseits der ersten Lärmdekade ungefährdet im Lärm aufhalten kann. Vielmehr bestätigen unsere Befunde die Auffassung, daß ein lärmbedingter Hörverlust so lange fortschreiten kann, wie gehör-schädigender Lärm auf die Innenohren einwirkt.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen einer Teamuntersuchung (GRÜNEISEN, SWOBODA, TRABANT) über die Wirkung chronischen Lärms auf das Gehör ist es die Aufgabe der vorliegenden Arbeit, zur Klärung folgender Probleme beizutragen:

1. Zusammenhang zwischen dem Beginn einer subjektiven Hörbehinderung und der Dauer der Lärmexposition.
2. Zusammenhang zwischen Lärmexpositionsdauer und audiometrischem Hörverlust.
3. Haben Vor- oder Parallelschäden des Gehörorgans Einfluß auf die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit?
4. Zusammenhang zwischen Lebensalter und Hörverlust bei Lärmarbeitern.
5. Gibt es eine Spätprogression des Hörverlustes bei Lärmarbeitern und wenn, ist sie durch additive Summierung des Altershörverlustes bedingt? Kann sich der Lärmarbeiter nach einer bestimmten Expositionszeit ohne Gefahr für sein verbliebenes Gehör weiterhin starkem Arbeitsplatzlärm aussetzen?

Die eigenen Untersuchungen wurden in Teamarbeit von Juli bis Oktober 1969 durchgeführt. Sie betrafen 2035 Beschäftigte in Gießereibetrieben und ihre Arbeitsplätze. U.a. wurden folgende Daten erhoben:

Arbeitsanamnese unter besonderer Berücksichtigung der lärmintensiven Arbeitsplätze, erbliche Belastung mit Hörstörungen, otologische Eigenanamnese (insbesondere Ohrerkrankungen und Schädeltraumen) subjektive Beurteilung des Gehörs

durch den Beschäftigten; Gehörgangs- und Trommelfellbefund; Tonschwellenaudiogramm vor der Lärmarbeitsschicht; Lärmpegel und Lärmanalyse am Arbeitsplatz (A-, B- und unbewerteter Schallpegel, Klassierung nach Dauer- und Impulslärm, Oktavanalyse).

Die Durchsicht der einschlägigen Literatur ergab insbesondere zu den Fragen 3 bis 5 widersprüchliche Auffassungen.

Eigene Ergebnisse zu Frage 1:

Von 2035 Untersuchten empfanden 428 ihr Gehör nicht mehr als normal. Diese Zahl ist geringer als in älteren Untersuchungen anderer Autoren, was wir vornehmlich auf die Sorge ausländischer Gastarbeiter zurückführen, durch das Zugeben einer Hörminderung wirtschaftliche Nachteile zu erfahren. 302 Arbeiter konnten angeben, nach wieviel Jahren Lärmarbeit sie ein Nachlassen ihres Gehörs gemerkt hatten. Die Prozentsummenkonstruktion dieser Angaben zeigt ein Maximum in der zweiten Lärmarbeitsdekade, aber auch in der dritten noch eine Zunahme der neu eingetretenen subjektiven Hörbehinderung um 20%. In der vierten Lärmarbeitsdekade wurden nur noch 7% subjektiv schwerhörig.

Zu Frage 2:

Die gesamte untersuchte Population (n=2035) wurde in sieben Expositionszeitgruppen klassiert (Lärmexposition unter 1 Jahr; 1-3 Jahre; 4-8 Jahre; 9-14 Jahre; 15-20 Jahre; 21-30 Jahre; über 30 Jahre). Es ergab sich eine von Gruppe zu Gruppe zunehmende dauernde Hörschwellenverschiebung vornehmlich im Frequenzbereich oberhalb 2 KHz. Die Frequenz 2 KHz wird erst nach mehr

als 8jähriger Lärmexposition in die Hörverlustzone einbezogen. Die durchschnittliche Hörschwelle in den Frequenzen 0,5 und 1 KHz verschiebt sich zwischen 1 und 40 Lärmearbeitsjahren nur um ca. 12 dB. Der maximale Hörverlust liegt in den Frequenzen 4 und 6 KHz, er nimmt hier vom ersten bis nach dem dreißigsten Lärmearbeitsjahr von ca. 28 auf ca. 60 dB zu. Die mittleren Audiogrammkurven haben im oberen Frequenzbereich zunächst einen Senkencharakter, erst nach über 30 Lärmearbeitsjahren zeigen sie den für fortgeschrittene Lärmschwerhörigkeit typischen Schrägabfall zwischen 1 und 4 KHz bei annähernd gleichmäßigem Hörverlust von 4 bis 8 KHz.

Zu Frage 3:

Die untersuchte Population wurde eingeteilt in eine Gruppe A (mit Vorschäden: Mittellohrentzündungen und retrospektiver Verdacht auf solche; außerbetriebliche gehäufte Knall- und Explosionsstraumen; betriebliche Explosionstraumen wie Sprengungen und Kesselexplosionen; Schädeltraumen) und Gruppe B (anamnestisch keine Vorschäden und aus dem otoskopischen Befund keine Hinweise auf Vorschäden). In Gruppe A fielen 816 Personen, in Gruppe B 1214. Fünf der Untersuchten konnten nicht berücksichtigt werden. Die Gruppen A und B wurden nach den unter 2. genannten Lärmexpositionszeiten in sieben Gruppen untergliedert. In allen Gruppen außer 7 zeigen die gemittelten Audiogrammkurven bei der Population A (mit Vorschäden) einen größeren Hörverlust, der vornehmlich die Frequenzen 2 bis 8 KHz betrifft. Der Signifikanztest nach STUDENT zeigt

signifikante und sehr signifikante Differenzen in den Lärmexpositionszeitgruppen 1, 4, 5 und 6. Die signifikanten Unterschiede sind in der Frequenz 8 KHz am häufigsten. Insgesamt begünstigen also Vor- und Parallelschäden der Gehörorgane die Ausprägung der Lärmschwerhörigkeit. Eine Differenzierung dieser Aussage nach Art der Vorschäden, die bisher nur an relativ kleinen Kollektiven versucht wurde, ist nach unserer Überzeugung nur aufgrund der Erfassung weit größerer Personenzahlen durch nach einheitlicher Methodik langfristig operierende Untersuchergruppen und zentrale Datenerfassung möglich.

Zu Frage 4:

Für die Auswertung wurden 2030 Lärmarbeiter im Alter von 15 bis 65 Jahren herangezogen, fünf Probanden im Alter über 65 Jahren blieben unberücksichtigt. Die 2030 untersuchten Lärmarbeiter wurden in 5 Altersgruppen (15-24, 25-34, 35-44, 45-54 und 55-64 Jahre) unterteilt. Berechnet wurde der Mittelwert der Hörverluste für jede Frequenz getrennt für jedes Ohr mit Standardabweichung der Einzelwerte und der Mittelwerte. Beim Vergleich der Altersgruppen untereinander wurde der mittlere Hörverlust beider Ohren als Funktion der Prüffrequenz zugrundegelegt. Für jede Frequenz erfolgten 10 Signifikanzberechnungen nach dem A-Test nach STUDENT. In den Frequenzen 2 bis 8 KHz ergaben sich beim Vergleich der jeweils jüngeren Altersgruppe mit der nächst höheren in 100% höchst signifikante Unterschiede. Die Progression des Hörverlustes mit dem Lebensalter ist in den Frequenzen 4 und 6 KHz am stärksten. Dabei muß berücksichtigt werden, daß ältere Lärmarbeiter durchweg auch

längere Zeit exponiert waren als jüngere. In das Ergebnis ist außer dem Lebensalter folglich auch die Expositionsdauer eingegangen. In allen Altersklassen entsprechen die mittleren Audiogrammkurven dem typischen Bild der Lärmschwerhörigkeit mit mehr oder weniger steilem Abfall zwischen den Frequenzen 1 und 4 KHz, einem Hörverlustmaximum bei 4 und 6 KHz und einem etwas geringeren Hörverlust in der Frequenz 8 KHz.

Zu Frage 5:

Die Untersuchungen zur vorstehenden Frage 4 zeigen, daß eine Spätprogression der Schallempfindungsschwerhörigkeit von Lärmarbeitern stattfindet. Um zu klären, ob dieser eine Addition des Altershörverlustes oder eine echte Progression der lärmbedingten Hörschädigung zugrunde liegt, wurde von den mittleren Audiogrammen der fünf Alterskurven der zugehörige mittlere Altershörverlust männlicher Personen subtrahiert. Auch danach zeigte sich eine, wenn auch nur minimale, Vertiefung der Hörsenke mit zunehmendem Lebens- und damit Lärmarbeitsalter. Allerdings ist der "alterskorrigierte" Hörverlust in der Altersgruppe 3 (35-44 Jahre) für die Frequenzen 6 und 8 KHz bereits geringer als in den Gruppen 1 und 2 (15-34 Jahre) mit ihrer geringeren Expositionszeit; für die Altersgruppe 5 (55-64 Jahre) resultiert ein insgesamt geringerer Hörverlust als für die Gruppen 1 und 2 und in den Frequenzen 6 und 8 KHz der geringste Lärmhörverlust überhaupt. Da die ältesten Lärmarbeiter auch am längsten im Lärm gearbeitet haben, ist dieses Ergebnis eine Unmöglichkeit; denn der Hör-

verlust kann bei fortdauernder Lärmarbeit allenfalls konstant bleiben, unter keinen Umständen aber sich bessern. Wir halten daher die pauschale Subtraktion des mittleren Altershörverlustes von einem eingetretenen Lärmhörverlust nicht für gerechtfertigt, zumal gegenteilige Auffassungen in der uns zugänglichen Literatur nur damit begründet werden, daß die Progression des Lärmhörverlustes im mittleren und späteren Lebensalter sowie nach dem zehnten Lärmarbeitsjahr mit dem Betrag des mittleren Altershörverlustes ungefähr übereinstimme. Es ist indessen eine unbewiesene Hypothese, daß am lärmgeschädigten Innenohr die gleichen degenerativen Altersveränderungen ablaufen können und den gleichen Hörverlust verursachen wie an einem nicht lärmgeschädigten Hörorgan. Unsere Ergebnisse sprechen dafür, daß diese Hypothese nicht zutrifft, sondern daß der Lärmhörverlust auch im mittleren und höheren Lebensalter und nach dem zehnten Lärmarbeitsjahr eine echte (lärmbedingte) Progression erfährt. Die arbeits- und sozialmedizinische Relevanz dieser Folgerung halten wir für nicht unerheblich; denn sie bedeutet, daß der im gehörschädigenden Lärm Beschäftigte während der gesamten Dauer seines Arbeitslebens mit einer Verschlimmerung seiner Lärmschwerhörigkeit rechnen muß und daß er sich - im Gegensatz zu der von einigen anderen Autoren publizierten Auffassung - keineswegs nach dem zehnten Lärmarbeitsjahr ungefährdet starkem Arbeitsplatzlärm aussetzen kann.

8. TABELLARISCHER ANHANG

Mittelwerte des Hörverlustes in Abhängigkeit von der Lärmexpositionsdauer mit Standardabweichung der Einzelwerte (SE) und der Mittelwerte (SM) (rechtes Ohr)

Gr.	KHz		KHz		KHz		KHz					
	0,5	SE	SM	1	SE	SE	2	SM	3	SE	SM	
1	20.17	12.75	00.70	18.41	12.77	00.70	19.27	13.09	00.71	23.74	16.82	00.92
2	19.04	08.87	00.56	17.26	07.93	00.50	18.72	10.12	00.64	24.85	14.18	00.90
3	21.1	10.98	00.63	20.43	10.66	00.61	22.20	12.12	00.69	31.15	16.17	00.92
4	20.60	23.40	00.29	20.80	28.65	01.58	24.52	30.17	01.66	35.41	32.33	01.78
5	20.16	09.86	00.55	20.24	10.84	00.61	25.07	15.50	00.87	36.39	19.09	01.07
6	22.35	11.31	00.57	22.53	12.49	00.63	28.97	17.03	00.86	43.48	19.36	00.98
7	24.28	11.27	01.03	25.18	11.72	01.07	37.98	19.03	01.75	50.87	20.14	01.85

- 77 -

Gr.	4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N
1	27.65	16.35	00.89	29.77	18.99	01.04	25.60	19.22	01.05	331
2	30.23	16.87	01.07	30.85	17.21	01.09	25.35	18.35	01.17	246
3	37.57	19.00	01.09	37.23	19.20	01.10	30.53	20.45	01.17	304
4	44.60	32.51	01.79	42.70	41.64	02.30	33.78	22.81	01.26	327
5	48.14	19.87	01.11	45.78	21.00	01.18	37.77	22.74	01.28	316
6	52.77	19.51	00.99	49.98	20.72	01.05	42.30	22.12	01.12	388
7	60.43	19.64	01.80	59.18	22.73	02.09	57.38	25.41	02.34	118

Tab. 6

(linkes Ohr)

Gr.	KHz			KHz			KHz			KHz		
	0,5	SE	SM	1	SE	SM	2	SE	SM	3	SE	SM
1	19.57/12.71/00.69/18.22/12.35/00.67/19.13/15.12/00.83/23.99/17.23/00.94/											
2	18.64/09.83/00.62/16.98/09.40/00.59/18.34/11.33/00.72/24.45/14.86/00.94/											
3	20.33/09.68/00.55/19.32/09.94/00.57/22.43/12.96/00.74/30.67/16.87/00.96/											
4	18.83/09.15/00.50/19.04/10.58/00.58/23.89/15.79/00.87/34.43/19.92/01.10/											
5	19.60/09.62/00.54/19.61/10.39/00.58/25.66/16.06/00.90/37.24/20.28/01.14/											
6	22.68/12.06/00.61/22.69/13.19/00.67/29.83/16.82/00.85/44.30/19.92/01.01/											
7	24.14/11.89/01.09/26.53/13.16/01.21/37.94/19.49/01.79/51.36/20.18/01.85/											

Gr.	0,5	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N
1	28.39/19.85/01.09/31.19/19.16/01.05/25.45/17.94/00.98/331									
2	29.29/16.77/01.06/30.97/17.49/01.11/26.08/19.98/01.27/246									
3	38.19/19.40/01.11/37.61/19.30/01.10/30.20/19.93/01.15/304									
4	42.95/20.89/01.15/44.36/37.12/02.05/34.08/33.92/01.87/327									
5	48.59/19.85/01.11/46.81/21.02/01.18/37.93/23.63/01.33/316									
6	54.23/19.12/00.97/51.78/20.80/01.05/43.10/22.72/01.15/388									
7	60.53/18.03/01.66/61.67/21.25/01.05/57.18/23.19/02.13/118									

Tab. 7

Mittlerer Hörverlust der Personen mit Vorschädigung

(rechtes Ohr)

Gr.	KHz			KHz			KHz					
	0.5	SE	SM	1	SE	SM	2	SE	SM	3	SE	SM
1	23.12/08.76/01.05/21.52/09.39/01.13/21.00/08.62/01.03/26.48/11.19/01.34/											
2	18.97/09.87/01.17/17.73/08.84/01.14/19.01/10.79/01.28/25.18/15.61/01.85/											
3	23.69/13.09/01.40/22.13/11.52/01.23/22.40/11.58/01.24/31.69/17.33/01.85/											
4	23.72/36.26/03.33/24.64/45.35/04.17/28.27/45.90/04.22/39.58/46.61/04.29/											
5	21.26/11.60/00.98/21.36/12.69/01.07/26.16/16.19/01.36/37.18/19.95/01.68/											
6	22.73/11.37/00.71/23.07/12.38/00.78/29.59/16.43/01.03/43.16/18.46/01.16/											
7	24.05/11.38/01.28/24.76/11.62/01.30/36.28/18.72/02.10/50.62/19.91/02.24/											

Gr.	4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N
1	30.52/15.51/01.86/30.97/17.28/02.08/29.46/18.12/02.19/									69
2	29.25/17.89/02.12/30.27/17.97/02.13/26.24/17.81/02.12/									71
3	38.87/19.88/02.13/37.79/20.00/02.14/31.69/22.24/02.41/									87
4	49.37/46.21/04.25/48.31/63.92/05.88/37.24/26.01/02.39/118									
5	49.23/20.97/01.77/47.08/22.80/01.92/40.91/23.72/02.01/140									
6	53.52/18.90/01.19/50.75/20.11/01.26/44.06/21.71/01.36/252									
7	59.62/19.58/02.20/58.46/23.11/02.60/55.77/25.43/02.88/									79

(Linkes Ohr)

Gr.	KHz		KHz		KHz		KHz					
	0.5	SE	SM	1	SE	SM	2	SE	SM	3	SE	SM
1	22.10/09.47/01.14/20.41/08.58/01.03/20.00/09.29/01.11/25.90/13.37/01.61/											
2	20.30/12.65/01.50/18.14/12.62/01.49/19.41/14.52/01.72/24.48/15.70/01.86/											
3	21.77/10.36/01.11/19.82/10.52/01.12/22.20/11.57/01.24/29.79/15.43/01.65/											
4	19.69/09.35/00.86/19.94/10.67/00.98/25.96/17.46/01.60/36.69/21.36/01.96/											
5	20.70/10.22/00.86/20.74/11.21/00.94/28.24/17.17/01.45/38.61/21.45/01.81/											
6	23.44/12.35/00.77/23.50/13.19/00.83/30.80/16.53/01.04/45.16/20.03/01.26/											
7	23.91/12.54/01.41/25.84/13.88/01.56/36.86/20.82/02.34/50.85/21.38/02.40/											

1
80
1

Gr.	4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N
1	31.88/19.25/02.31/33.36/19.96/02.40/30.00/22.88/02.75/									69
2	26.70/17.53/02.08/28.10/18.99/02.25/24.73/20.81/02.48/									71
3	38.76/19.65/02.10/37.59/20.02/02.14/30.29/19.03/02.05/									87
4	46.81/22.78/02.09/50.88/55.65/05.12/42.80/48.71/04.48/118									
5	49.08/21.79/01.84/48.46/22.23/01.87/41.11/25.41/02.14/140									
6	55.88/19.20/01.20/53.86/20.48/01.29/45.54/22.31/01.41/252									
7	60.38/19.33/02.17/61.78/20.14/02.60/55.59/24.46/02.75/									79

Tab. 9

Mittlerer Hörverlust der Personen ohne Vorschädigung

(rechtes Ohr)

Gr.	KHz		KHz		KHz		KHz	
	0.5	SE	SM	1	SE	SM	2	SE
1	19.40/13.51/00.83/17.59/13.42/00.82/18.82/14.01/00.86/23.02/17.96/01.10/							
2	19.06/08.47/00.64/17.07/07.55/00.57/18.61/09.87/00.74/24.72/13.60/01.02/.							
3	20.18/09.87/00.67/19.75/10.24/00.69/22.12/12.36/00.83/30.93/15.72/01.06/							
4	18.83/10.48/00.72/18.63/10.79/00.74/22.41/15.13/01.04/33.06/20.03/01.38/							
5	19.29/08.20/00.61/19.36/09.04/00.68/24.20/14.91/01.12/35.76/18.40/01.38/							
6	21.63/11.20/00.96/21.54/12.67/01.08/27.82/18.09/01.55/44.07/20.97/01.79/							
7	24.74/11.18/01.79/26.03/12.02/01.92/41.51/19.45/03.11/51.38/20.85/03.33/							

81

Gr.	4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N
1	26.89/16.51/01.02/29.45/19.43/01.20/24.60/19.41/01.19/262									
2	30.63/16.48/01.24/31.09/16.93/01.28/24.99/18.60/01.40/175									
3	37.05/18.66/01.26/37.01/18.92/01.28/30.07/19.66/01.33/217									
4	41.90/20.87/01.44/39.54/19.79/01.36/31.83/20.60/01.42/209									
5	47.27/18.97/01.43/44.76/19.47/01.46/35.28/21.68/01.63/176									
6	51.38/20.59/01.76/48.55/21.81/01.87/39.05/22.58/01.93/136									
7	62.08/19.92/03.19/60.64/22.16/03.54/60.62/25.39/04.06/10									

Tab. 10

(Inches Chr)

Gr.	KHz			KHz			KHz		
	0.5	SE	SM	1	SE	SM	2	SE	SM
1	18.91/13.	37/00.	82/17.	65/13.	12/00.	81/18.	90/16.	32/01.	00/23.
2	17.97/08.	37/00.	63/16.	51/07.	71/00.	58/17.	91/09.	76/00.	73/24.
3	19.75/09.	35/00.	63/19.	62/09.	71/00.	65/22.	53/13.	50/00.	91/31.
4	18.35/09.	02/00.	62/18.	53/10.	51/00.	71/22.	72/14.	68/01.	01/33.
5	18.73/09.	04/00.	68/18.	70/09.	62/00.	72/23.	60/14.	85/01.	11/36.
6	21.28/11.	41/00.	97/21.	18/13.	11/01.	12/28.	03/17.	26/01.	48/42.
7	24.59/10.	60/01.	69/27.	95/11.	62/01.	86/40.	13/16.	50/02.	64/52.

Gr.	KHz			KHz			KHz		
	4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM
1	27.47/19.	95/01.	23/30.	62/18.	94/01.	17/24.	25/16.	23/01.	00/262
2	30.34/16.	38/01.	23/32.	14/16.	76/01.	26/26.	62/19.	68/01.	48/175
3	37.96/19.	35/01.	31/37.	62/19.	05/01.	29/30.	16/20.	31/01.	38/217
4	40.78/19.	47/01.	34/40.	67/19.	50/01.	34/29.	15/20.	02/01.	38/209
5	48.21/18.	21/01.	37/45.	49/19.	97/01.	50/35.	38/21.	84/01.	65/176
6	51.18/18.	67/01.	60/47.	92/20.	91/01.	79/38.	61/22.	86/01.	95/136
7	60.85/15.	29/02.	44/61.	44/17.	44/02.	73/60.	38/20.	29/03.	24/39

Tab. 11

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter des Probanden

Gr.	KH _z			KH _z			KH _z			rechtes Ohr		
	0,5	SE	SM	1	SE	SM	2	SE	SM	3	SE	SM
1	17.22/08.20/00.69/16.38/07.24/00.61/16.50/07.90/00.67/19.71/09.13/00.79/											
2	20.32/18.78/00.74/19.02/22.14/00.88/20.07/22.71/00.90/26.16/24.74/00.98/											
3	20.32/10.23/00.40/19.55/10.38/00.40/22.59/13.28/00.51/33.62/18.02/00.70/											
4	22.30/11.67/00.60/22.50/11.68/00.60/30.25/17.07/00.88/44.28/19.29/00.99/											
5	24.90/11.29/00.74/25.59/13.64/00.89/35.76/18.39/01.21/49.63/19.25/01.26/											

Gr.	4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N
1	22.22/13.04/01.11/23.83/13.51/01.15/18.70/12.77/01.88/138									
2	32.34/25.28/01.00/32.86/31.94/01.27/26.19/19.26/00.76/632									
3	42.53/19.56/00.76/40.29/19.32/00.75/31.89/19.82/00.77/655									
4	54.22/19.78/01.02/52.13/21.26/01.09/46.09/23.57/01.21/375									
5	59.11/18.10/01.19/58.14/20.85/01.37/55.08/22.12/01.46/230									

Tab. 12

(11nkes Ohr)

Gr.	KH ₂		KH ₂		KH ₂	
	0,5	SE	SM	1	SE	SM
1	16.63/07.36/00.62/15.52/07.29/00.62/14.53/07.59/00.64/18.83/10.64/00.90/					
2	19.40/11.21/00.44/17.93/10.94/00.43/19.48/13.74/00.54/25.53/16.41/00.65/					
3	19.67/10.38/00.40/10.13/10.49/00.41/23.47/14.37/00.56/34.08/18.41/00.71/					
4	21.81/10.82/00.55/22.19/12.07/00.62/30.65/16.79/00.86/44.46/20.38/01.05/					
5	24.31/11.71/00.77/26.44/13.77/00.09/36.67/18.72/01.23/50.93/19.85/01.30/					

Gr.	SE		SM		6		SE		SM		8		SE		SM		N	
	4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N	4	SE	SM	6	SE	SM	N	
1	22.03/14.46/01.23/24.18/14.77/01.25/20.31/17.01/01.45/138																	
2	31.86/18.85/00.75/33.72/28.67/01.14/25.26/25.29/01.00/632																	
3	42.82/19.09/00.74/41.44/19.69/00.76/33.02/20.76/00.81/655																	
4	54.28/19.52/01.00/53.14/20.88/01.07/45.52/22.98/01.18/375																	
5	61.33/18.54/01.22/61.65/20.43/01.34/65.61/22.44/01.48/230																	

Tab. 13

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter des Probanden nach Subtraktion
des altersbedingten Hörverlustes

KHz		KHz		KHz		KHz		(rechtes Ohr)	
Gr.	0,5	SE	SM	1	SE	SM	2	SE	SM
1	17.22/08.20/00.69/16.38/07.24/00.61/16.50/07.90/00.67/19.71/09.31/00.79/								
2	19.32/18.78/00.74/18.02/22.14/00.88/18.07/22.71/00.90/22.15/24.74/00.98/								
3	17.22/10.23/00.40/16.55/10.38/00.40/16.59/13.28/00.51/23.62/18.02/00.70/								
4	16.30/11.67/00.60/16.50/11.68/00.60/18.35/17.07/00.88/26.28/19.29/00.99/								
5	14.27/11.29/00.74/15.50/13.64/00.89/17.76/18.39/01.31/22.63/19.25/01.26/								

Gr.	4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N
1	22.22/13.04/01.11/23.83/13.51/01.15/18.70/12.77/01.08/138									
2	26.34/25.28/01.00/24.86/31.94/01.27/19.19/19.26/00.76/631									
3	29.53/19.56/00.76/23.29/19.32/00.75/16.89/19.82/00.77/655									
4	31.22/19.78/01.02/25.13/21.26/01.09/19.09/23.57/01.21/375									
5	26.11/18.10/01.19/18.49/20.85/01.37/12.08/22.12/01.46/230									

Tab. 14

(linkes Ohr)

Gr.	KHz		KHz		KHz		KHz					
	0,5	SE	SM	1	SE	SM	2	SE	SM	3	SE	SM
1	16.63/07.	36/00.	62/15.	52/07.	29/00.	62/14.	53/07.	59/00.	64/18.	87/10.	64/00.	90/
2	18.40/11.	21/00.	44/16.	92/10.	94/00.	43/17.	48/13.	74/00.	54/21.	53/16.	41/00.	65/
3	16.67/10.	38/00.	40/16.	13/10.	49/00.	41/17.	47/14.	37/00.	56/24.	08/18.	41/00.	71/
4	15.81/10.	82/00.	55/16.	19/12.	07/00.	62/18.	65/16.	79/00.	86/26.	46/20.	38/01.	05/
5	14.31/11.	71/00.	77/16.	44/13.	77/00.	90/18.	67/18.	72/01.	23/23.	93/19.	85/01.	30/
Gr. 4	SE	SM	6	SE	SM	8	SE	SM	N			
1	22.03/14.	46/01.	23/24.	18/14.	77/01.	25/20.	31/17.	01/01.	45/138			
2	25.86/18.	85/00.	75/25.	72/28.	67/01.	14/18.	26/25.	29/01.	00/631			
3	29.82/19.	09/00.	74/24.	44/19.	59/00.	76/18.	01/20.	76/00.	81/655			
4	31.28/19.	52/01.	00/26.	14/20.	88/01.	07/18.	52/22.	98/01.	18/375			
5	28.33/18.	54/01.	22/21.	65/20.	43/01.	34/13.	61/22.	44/01.	48/230			

Tab. 15

9. LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Bessero, C.: Zusammenfassende Untersuchung über die geeigneten Maßnahmen zur Lärmverringerung in den Betrieben und zur Gewährleistung des Schutzes der Arbeiter gegen schädliche Geräusche
Arbeitspapier 13913/V/67-D EWG
- 2 Boenninghaus, H.G.: Probleme bei der Begutachtung der "Berufskrankheit Lärmschwerhörigkeit und Lärmtaubheit"
Z. Laryng. Rhinol. 44 (1965), 578
- 3 Corso, J.F.: Age and Sex Differences in Pure Tone Thresholds. Survey of Hearing Levels from 18 to 65 Years
Arch. Otol 77 (1963), 385
- 4 De la Roseè, B.: Untersuchungen über das normale Hörvermögen in den verschiedenen Lebensaltern unter besonderer Berücksichtigung der Prüfung mit dem Audiometer
Z. Laryng. 32 (1953), 414
- 5 Dieroff, H.G.: Zur Problematik der Schlagimpulse im Industrielärm
Arch. Ohr-, Nas.- u. Kehlkopfheilk. 179 (1962), 409
- 6 Dieroff, H.G.: Die Lärmschwerhörigkeit in der Industrie
Joh. Ambrosius Barth, Leipzig 1959
- 7 Dieroff, H.G.: Schlagimpuls und Lärmschwerhörigkeit
Int. Audiol. 2 (1963), 259
- 8 Dieroff, H.G.: Schalleitungsschwerhörigkeit als Lärmschutz
Z. Laryng. Rhinol. 43 (1964), 690

- 9 Dishoeck v., H.A.E.: Lärmtaubheit
Nederl. Tijdschr. Geneesk. 1954, 1342
zit. n. Zbl. HNO 51 (1955), 130
- 10 Drooker, J.C.: Wartimes Experiences with Skull
Injury and Blast and their Effect
upon the Ear.
Arch. Otolaryng. 58 (1953), 546
- 11 Escher, F.: Die otologische Beurteilung des
Schädeltraumatikers
Pract. Oto-Rhino-Laryng. 10
(1948), Suppl.1
- 12 Finch, G. u. Culler, E.: Effects of Protracted
Exposure to a Loud Tone
Science 80 (1934), 41
zit. n. Rüedi (47)
- 13 Glorig, A., Ward, W.D., Nixon, J.:
Damage Risk Criteria and Noise
Induced Hearing Loss
Arch. Otolaryngol. 74 (1961), 413
- 14 Glorig, A., Summerfield, A., Ward, W.D.:
Observation on Temporary Auditory
Threshold Shift Resulting from
Noise Exposure
Ann. Otol. 67 (1958), 824
- 15 Goldner, A.I.: Deafness in Shipyard Workers
Critical Evaluation of Findings
in 600 Cases on Diagnosis of
Occupational Deafness
Arch. Otolaryngol. 57 (1953), 287
- 16 Graf, K.: Zur Frage der Disposition zu Hör-
störungen beim akustischen Trauma
Pract. Oto- Rhino- Laryngol. 14
(1952), 221
- 17 Grove, W.E.: Noise in Industry
Laryngoscope 57 (1947), 114

- 18 Grove, W.E.: Hearing Impairment Due to Cranio-
Cerebral Trauma
Ann. Otol. 56 (1947), 264
- 19 Gütlich, H.: Gewerblich bedingte Lärmschäden
Münch. Med. Wschr. 107 (1965), 1397
- 20 Habermann, J.: Über die Schwerhörigkeit der Kessel-
schmiede
Ohrenheilk. 30 (1890), 1, zit. n.
Rüedi (47)
- 21 Heuft, U.: Lärmmessungen und audiometrische
Untersuchungen in der Holzverar-
beitenden Industrie
Inaug. Diss. Med. Freiburg 1968
- 22 Hinchcliffe, R.: The Threshold of Hearing of a
Random Sample Rural Population
Acta Oto-Laryng. 50 (1959), 411
- 23 Hood, J.D.: Studies in Auditory Fatigue and
Adaption
Acta Oto-Laryng. Suppl. 92 (1950)
- 24 Jankowski, W.: Impairment of Hearing in the
Workers of the Cotton Industry
Otolaryng. 6 (1952), 111
- 25 Jatho, K. u. Heck, K.H.: Schwellenaudiometri-
sche Untersuchungen über die Pro-
grediens und Charakteristik der
Altersschwerhörigkeit in den ver-
schiedenen Lebensabschnitten
Z. Laryng. Rhinol. 38 (1959), 72
- 26 Kecht, B.: Lärmschädigung und Bekämpfung
Mat. Med. Nordm. 17 (1965), 413
- 27 Koch, J., Wagemann, W.: Gibt es eine Taubheit
Durch Lärm?
Arbeitsmed. Sozialmed. Arbeits-
hyg. 1 (1967), 27

- 28 Kryter, K.D.: Damage Risk Criteria and Contours
Based on Permanent and Temporary
Hearing Loss Data.
A.J.H.A. Journal 1 (1965), 26
- 29 Kryter, K.D.: Hazardous Exposure to Intermittent
and Steady-State Noise
J. Acoust.Soc.Am. 39 (1966), 451
- 30 Larsen, B.: Occupational Deafness Including
some Remarks on the Auditory
Fatigue and Adaption
J. Laryng. Otol. 67 (1953), 536
- 31 Larsen, B.: Occupational Deafness
Clinic and Prophylaxis
Acta Oto-Laryng. 41 (1952), 139
- 32 Lehmann, G.: Der Kampf gegen den Lärm
Dtsch. Med. Wschr. 82 (1957), 465
- 33 Lehmann, G.: Lärm als Noxe II. Teil
Therapie der Gegenwart 6 (1964), 759
- 34 Lehnhardt, E., Bücking, J.:
Lärmpausen - eine Möglichkeit zur
Prophylaxe der Lärmschwerhörigkeit
Int. Arch. Gewerbepath. Gewerbehyg.
25 (1968), 65
- 35 Lehnhardt, E.: Die Berufsschäden des Ohres
Arch. Ohr-Nas.-Kehlkopfhk.
185 (1965), 11
- 36 Mc. Laren, W.R., Chaney, A.L.:
An Evaluation of some Factors in
the Development of Occupational
Deafness
Industr. Med. Surg. 16 (1947), 109
zit. n. Rüedi (47)
- 37 Meyer zum Gottesberge, A.: Das akustische Trauma
4. Congr. Soc. Int. Audiol. (1959),

- 38 Mittermaier, R.: Fragen der Lärmschädigung
Arch. physik. Ther. 7 (1955), 371
zit. n. Zbl. HNO 54 (1956), 352
- 39 Monteiro, G., Profacio, A.:
Il Trauma Acustico Professionale
Osservazioni Personalie Considerazioni
Riv. Audiol. prat. 8 (1958), 467
zit.n. Schreiber (53)
- 40 Müller, J.: Erhebungen zum Schwerhörigkeits-
grad bei Lärmschwerhörigkeiten
Auswertung von 144 Gutachten
Inaug. Diss. Med. Bochum 1968
- 41 Niemeyer, W.: Mikrotraumen des Gehörs durch
Dentalturbinen. Ein Beitrag zur
Früherfassung von Lärmhörschäden
Arch. klin. exp. Ohr- Nas.- u.
Kehlkopfhk. 196 (1970), 227
- 42 Niemeyer, W.: Zur sogenannten Alterskorrektur
chronischer Lärmbörverluste
Arch. klin. exp. Ohr-Nas.-u. Kehl-
kopfhk. 202 (1972), 501
- 43 Peyser, A.: Zur Methodik einer otologischen
Prophylaxis der industriellen Lärm-
schwerhörigkeit 1. Bericht
Acta Oto-Laryng. 28 (1940), 443
- 44 Peyser, A.: Zur Methodik einer otologischen
Prophylaxis der industriellen
Lärmschwerhörigkeit. 2. Bericht
Acta Oto-Laryng. 31 (1943), 351
- 45 Pressel, G., Freudenstein, W.:
Hörschäden durch Lärm bei Ladear-
beitern eines großen zivilen Flug-
hafens
Int. Arch. Arbeitsmed. 26 (1970), 231

- 46 Rosenblith, W.A., Stevens, K.N.:
Handbook of Acoustic Noise Control,
Vol. II, Noise and Man U.S.A.F.,
W.A.D.C. Tech. Rep. Beranek & Newman
Inc.; 1953 zit. n. Kryter (29)
- 47 Rüedi, L.: Die Schallschädigung des Ohres
Doc. Geigy, Mensch und Umwelt Nr. 2
J. R. Geigy, Basel, 1957
- 48 Rüedi, L., Furrer, W.: Das akustische Trauma
S. Karger, Basel 1947
- 49 Sataloff, L.: Effect of Prolonged Exposure to
Intensive Noise on Hearing Acuity
Arch. Otolaryng. 58 (1953), 62
- 50 Schmidt, P.H.: Presbycusis
Int. Audiol. 1967 Suppl. I
- 51 Schowalter, E.J.: Audiometric Data Following
Exposure to Low-Frequency-Centered
Noise
Arch. Industr. Hyg. 5 (1952), 430
zit. n. Rüedi (47)
- 52 Schreiber, H.: Einfluß des chronischen Lärms
auf das Gehör. Untersuchung an 500
Arbeitern der Kieler Howaldtswerke.
Inaug. Diss. Med. Kiel 1963
- 53 Schuknecht, H.F.: A Clinical Study of Auditory
Damage Following Blows to the Head
Ann. Otol. 59 (1950), 331
- 54 Seidler, H.: Inaug. Diss. Med.
Jena 1959; zit. n. Dieroff (6)
- 55 Siirala, U.: Noise Legislation
Acta Otolaryng. 41 (1952), 111
- 56 Temkin, J.: Die Schädigung des Ohres durch Lärm
und Erschütterung
Mschr. Ohrenheilk. 67 (1933), 257,
450, 527, 705, 823.

- 57 Tetu, I. et al.: Contributions to the Sonorous Trauma within Uproarious Industries
Oto-Rhino-Laryngologie (Bucaresti)
1 (1956), 3
zit. n. Zbl. HNO 57 (1957), 306
- 58 Trabant, R.: Die Wirkung chronischen Lärms auf das Gehörorgan. Eine Untersuchung an 2035 Gießereiarbeitern
Inaug. Diss. Med. Marburg (in Druck)
- 59 Uffenorde, W.: Die Prüfung des Hörnervenapparates mit der c5 - Stimmgabel
Dtsch. Med. Wschr. 48 (1922), 120
- 60 Wagemann, W.: Die subjektiven Beschwerden der Lärmschwerhörigkeit
Mschr. Unfallhk. 12 (1965), 38
- 61 Wagemann, W.: Spätverlauf der Lärmschwerhörigkeit
Mschr. Unfallhk. 13 (1965), 23
- 62 Wagemann, W.: Die Wirkung des Gehörs auf das Gehörorgan
Hippokrates 37 (1966), 138
- 63 Ward, W.D.: Report of Working Group 57
National Academy of Sciences
National Research Council
Committee on Hearing Bioacoustics and Biomechanics. July 1968
- 64 Wheeler, D.: Physical - Physiological Variables in Noise - Induced Hearing Loss.
Arch. Otolaryng. 54 (1951), 267
- 65 Wilson, W.H.: Determination of Susceptibility to Abnormal Auditory Fatigue
Ann. Otol. 59 (1950), 399

Herrn Prof. Dr. W. Niemeyer danke ich für die Überlassung des Themas und seine Unterstützung bei den Untersuchungen und Auswertungen.

Zu Dank fühle ich mich auch verpflichtet dem Direktor der Zentralen Rechenanlage in Marburg, Herrn Prof. Dr. H. Niemeyer und Herrn Dipl. Mathematiker P. Zöfel.

Mein Dank gilt schließlich den leitenden Herren der Buderus Werke AG und der Süddeutschen Eisen- und Stahl - Berufsgenossenschaft, die uns bereitwillig bei den Untersuchungen unterstützten, die dieser Arbeit zugrunde liegen.

LEBENS LAUF

Am 24.7.1943 wurde ich als Sohn des Tierarztes Dr. Viktor Swoboda und seiner Ehefrau Margarete, geb. Klinger, in Hannover geboren.

1950 kam ich in Rüthen/Westfalen in die Volksschule und besuchte von 1957 bis 1963 das dortige Aufbaugymnasium. Nach bestandenen Abitur diente ich für 2 Jahre beim Pz. Art. Btl. 335 in Lingen/Ems, wo ich im Januar 1965 zum Lt. d. Res. ernannt wurde.

Im April 1965 begann ich mit dem Medizinstudium an der Philipps-Universität in Marburg, wo ich nach bestandener naturwissenschaftlicher Vorprüfung am 11. 9. 1967 auch meine ärztliche Vorprüfung ablegte.

1968 studierte ich ein Semester an der Karl-Franzens-Universität in Graz. Die restlichen klinischen Semester bis zur ärztlichen Prüfung am 17. Dezember 1970 absolvierte ich wieder in Marburg. Vom Mai 1971 bis Ende April 1972 verbrachte ich meine Medizinalassistentenzeit am Martin-Luther-Krankenhaus in Zeven, Krs. Bremervörde.

Am 1. 5. 1972 erhielt ich die Bestallung als Arzt und arbeite seitdem als Assistent an der gynäkologisch-geburtshilflichen Abteilung des Bollmann-Krankenhauses in Nienburg/Weser.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren
Professoren und Dozenten
in Graz

Cesnik, Gotsch, Greif, Lorenz, Musger,
Navratil, Ratzenhofer, Sailer, Spath.

in Marburg

Beckmann, Berendes, Bommer, Brück, Buchholz,
Dimroth, Dölle, Exner, Ganz, Gedigk, Harde-
wig, Hensel, Heuser, Hildebrandt, Hort, Ihm,
Jacob, Kamke, Karlson, Korb, Linneweh, Mahr,
Mann, Martini, du Mesnil de Rochemont,
Niemeyer, Nocke, Pots, Petry, Rodeck, Roden-
häuser, Rohen, Rupec, Schirren, Schleyer,
Schmitz-Moormann, Schrappe, Schwaiger, Seidel,
Siegert, Straub, Vogt, Voss, Walcher.

